ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la parallaxe du Soleil.*
Note de M. **Bouquet de la Grye.**

« L'Académie des Sciences m'avait chargé en 1886 de tirer parti des données recueillies par les membres des missions françaises du passage de Vénus de 1882 et en particulier de mesurer les clichés obtenus dans diverses stations. Il s'agissait de déterminer avec l'approximation la plus grande possible la parallaxe solaire base du système astronomique et de vérifier, ce qui paraissait douteux, si l'on pouvait conserver le chiffre adopté par Le Verrier, 8″, 86, quoiqu'il ait paru être confirmé par les observations françaises du passage de 1874.

» Plusieurs procédés pouvaient être employés pour arriver au résultat cherché; le premier, le plus ancien, basé sur la méthode de Halley, avait semblé récemment inefficient au savant M. Puiseux, qui, il est vrai, n'avait pu introduire dans les formules usuelles que les premières données des observations françaises de 1882. Elles étaient contenues dans les *rapports préliminaires*, qui depuis ont reçu des corrections importantes, notamment en ce qui concerne les positions des stations en longitude. C'est à ce procédé que j'ai eu d'abord recours en m'aidant des Notes contenues dans les cahiers originaux et en appliquant au besoin aux observations les corrections données par M. André dans son Mémoire sur les contacts apparents et géométriques.

» Les équations qui doivent donner la correction d'une parallaxe adoptée (et dans le cas présent elle était de 8″, 86) s'appuient sur les différences entre les heures des contacts calculées et observées.

» Pour avoir les premières M. Puiseux, dans la *Connaissance des Temps* de 1875, a donné une formule permettant d'obtenir les valeurs des distances des centres du Soleil et de Vénus correspondant à des heures déterminées; puis, dans la *Connaissance des Temps* de 1878, une formule plus compliquée mais plus exacte.

» Les deux formules s'appuient sur les coordonnées des deux astres; mais, au lieu d'adopter purement et simplement celles tabulaires de Vénus, nous leur avons apporté les corrections qui résultaient le jour du phénomène des passages des deux astres aux lunettes méridiennes des grands observatoires et des stations des diverses missions. On réduisait ainsi l'erreur en X et en Y du centre de Vénus dans les équations finales.

» En employant les deux formules, nous avons calculé de minute en minute, de 2^h à $8^h 20^m$, temps moyen de Paris, les distances des deux astres pour les onze stations françaises en même temps que les coefficients S, qui interviennent dans les équations, et les sinus et cosinus de l'angle formé par la ligne des centres avec le parallèle. Ceci fait, nous avons pu écrire 88 équations, entre lesquelles on a choisi celles similaires qui, groupées, en ajoutant ensemble les équations des contacts extérieurs ou des contacts intérieurs, puis en retranchant les résultats obtenus au sud de l'équateur de ceux du nord, faisaient apparaître des valeurs de la correction de la parallaxe. Cette correction, avec l'ensemble des résultats et l'application de la première formule, a été trouvée de $-0,065$ et, avec la seconde formule, de $-0,053$. Dans les deux cas l'approximation apparente est de un centième de seconde. Nous estimons donc que l'on peut adopter la parallaxe de 8,80.

» Il est un autre procédé qui, malheureusement, n'a pu être réalisé qu'en employant les données réunies à Puebla et à Santa-Cruz, en prenant la distance de Vénus au bord du Soleil à l'aide de vis micrométriques. Dans ce cas, la longueur adoptée pour le rayon du Soleil intervient dans chaque donnée, et, comme rien ne prouve que cette longueur, ou plutôt que la limite du bord du Soleil soit appréciée de la même façon par les observateurs, il importe absolument de la faire disparaître, et cela n'est possible que dans le cas où l'erreur des longitudes des stations peut être considérée comme infiniment petite. Dans les deux stations considérées, les distances mesurées ont été introduites dans des équations de la forme $D_0 - D_c = K + at + bt^2$, t représentant le temps moyen de Paris, K, a et b des coefficients à déterminer et $D_0 - D_c$ la différence entre la distance des centres calculée et observée.

» On a pu ensuite calculer, de 10 minutes en 10 minutes, les valeurs moyennes $D_0 - D_c$. En retranchant ensuite les nombres obtenus au sud, c'est-à-dire à Santa-Cruz, de ceux de Puebla, on a abouti à une correction de la parallaxe qui a été de $-0,087$. Elle ne saurait d'ailleurs être mise en parallèle avec les précédentes, ne reposant que sur deux stations, et elle n'est donnée ici que pour mémoire.

» Passons à la mesure des plaques.

» J'avais, en 1884, avec la collaboration de M. Arago, effectué des essais de mesures sur un certain nombre de bons clichés obtenus par lui à Puebla. Ces essais avaient paru satisfaisants. Des méthodes de mensuration et de calculs avaient été étudiées ainsi que la durée du travail pour chaque opération. Le nombre des clichés rapportés dans différentes stations s'élevait à 1500; mais, en réalité, il n'y en avait que 900 utilement mesurables.

» J'avais estimé la dépense d'un tel travail à une cinquantaine de mille francs, étant entendu que chaque cliché passerait deux fois sur la machine à mesurer et que chaque calcul serait fait en double. Ce chiffre pouvait paraître bien minime, si on le comparait à pareille somme dépensée quelques années avant pour la mesure de cinquante plaques daguerriennes du passage de Vénus de 1874, mais j'espérais aboutir, en organisant les mensurations industriellement, en employant des femmes suivant le conseil de M. Rutherfurd.

» Le Parlement, sur la demande de l'Académie des Sciences, ayant accordé les fonds nécessaires, un atelier fut établi dans le rez-de-chaussée de l'Institut, où furent employés successivement trois hommes et huit femmes ([1]).

» Les appareils, au nombre de trois, avaient été construits par Brunner, avec le soin que cet artiste mettait dans tous ses travaux. Des microscopes donnaient les valeurs en x et en y des pointés avec une approximation qui allait à 1^{μ}. Comme ces pointés sur le bord peu précis de Vénus et du Soleil demandaient une grande attention de même que la lecture des micromètres, le travail fut organisé par couples, une personne restant à la machine, pendant que l'autre inscrivait les mesures qui, pour chaque partie, astres ou intersection des réseaux, durait environ 1 heure. Il y avait alors interversion des rôles.

» La commission du passage de Vénus avait décidé que les images du

---

([1]) Une pareille organisation a servi ultérieurement au grand travail de la Carte du Ciel à l'Observatoire de Paris.

Soleil sur les clichés seraient agrandies par l'interposition d'un système optique à l'oculaire de la lunette photographique. Frappée de ce fait que les molécules d'argent réparties dans la gélatine avaient une grosseur appréciable et indépendante de la grandeur de l'image, en agrandissant cette dernière on se mettait à l'abri du grossissement par le microscope de ces molécules dans une image plus petite et en prenant des verres aplanétiques on croyait tout au moins que, si des déformations avaient lieu par l'effet du véhicule, elles seraient régulières.

» Pour en avoir la valeur et pour pouvoir corriger les pointés, un réseau de fils venait impressionner chaque image et de la comparaison des mesures faites sur le réticule et sur l'image devaient découler les corrections relatives à chaque croisée de fils et la valeur de l'agrandissement.

» Or les déformations se sont montrées irrégulières et les lignes que l'on pourrait appeler cotidales résultant de la moyenne des déformations sur l'ensemble de toutes les plaques d'une station, n'avaient aucune régularité par rapport au centre optique de la lunette.

» D'un autre côté, d'une plaque à l'autre on trouvait aussi des variations notables. Dans ces conditions, pour avoir les corrections à apporter aux points faits autour du Soleil et de Vénus, il fallait tout d'abord mesurer chaque réseau et tenir compte de la déformation en même temps que de la différence de réfraction par rapport au centre du Soleil.

» Pour avoir les centres des deux astres on a opéré de la manière suivante : 64 pointés ont été répartis également autour du disque du Soleil, 24 autour de celui de Vénus. Toutes ces mesures corrigées en x et en y comme nous venons de le dire ont été introduites dans des équations générales de la forme $ay^2 + bx^2 + cxy + dy + ex + K = 0$ et l'on en a déterminé les coefficients en résolvant les équations de condition par une méthode abrégée du fait de l'égale répartition des pointés autour des astres.

» On en a tiré la valeur des centres de l'ellipse, par rapport aux axes médians, leur grand et leur petit axe et l'inclinaison du second sur le premier.

» La longueur de ce procédé qui, pour chaque plaque, demandait 48 feuilles de calculs ne l'a fait employer d'une façon complète que pour les 274 clichés de la station de Puebla ; pour une partie seule des clichés des autres stations, il est resté comme contrôle ; le nombre des pointés est descendu de 64 à 60 pour le Soleil, mais répartis de manière à donner un maximum de précision et un minimum de calculs.

» Ce sont les résultats de ces mesures et de ces calculs préliminaires

faits dans l'atelier de l'Institut que j'ai déposés sur la table de l'Académie. Il restait à définir le centre de Vénus lorsque son contour n'était qu'en partie engagé dans le disque du Soleil à l'entrée et à la sortie; les mesures relatives à cette opération m'avaient été réservées : elles ont été faites chez moi avec les calculs subséquents, qui ont été fort longs.

» Ceux-ci consistaient à déterminer les distances des centres des astres et, ces distances étant exprimées en millimètres et fractions, à les convertir en secondes d'arc pour les comparer aux mêmes distances calculées au moyen des formules indiquées plus haut.

» On pouvait pour cela partir des mesures du réticule faites dans les stations en le collimant avec une des grandes lunettes dont on connaissait très exactement la valeur du tour de vis du micromètre, puis en les rapportant par comparaison avec la grandeur en millimètres du réseau imprimé sur les clichés. Un autre procédé pouvait consister à diviser le diamètre tabulaire du Soleil par sa longueur mesurée sur les clichés.

» Or nous avons dit que les pointés pouvaient être faits à 1^{μ} près lorsque l'objet (par exemple un grain de poussière) était exactement défini. Mais il est loin d'en être ainsi pour le bord du Soleil.

» Qu'il s'agisse d'une vision oculaire ou d'une impression lumineuse faite sur un cliché, il y a une transition entre le clair et l'obscur qui est choisie différemment comme la limite du disque par les divers observateurs.

» Le centre des astres peut rester le même, mais le diamètre diffère, et la différence, qui va à 2 secondes d'arc, s'accentue par le fait que la mise au point n'est pas parfaite, est inégale dans les stations et aussi que, en 1882, on ne savait pas diminuer l'irradiation produite par une réflexion sur la deuxième surface de la plaque en la couvrant d'un vernis spécial.

» Dans les Tableaux que nous fournirons la distance des centres exprimée en millimètres est donnée avec une approximation de quelques microns, mais l'écart relatif peut être plus grand lorsque cette distance est donnée en secondes d'arc.

» Quoi qu'il en soit, nous sommes en possession d'environ 900 valeurs des différences entre les longueurs des distances mesurées et calculées qui doivent figurer dans l'équation

$$\mathrm{S}\,d\pi + \cos\mathfrak{P}\,dx + \sin\mathfrak{P}\,dy - \frac{d\mathrm{D}}{dt}\,d\mathrm{L} = +\mathrm{D}_0 - \mathrm{D}_c,$$

les termes $\cos\mathfrak{P}\,dx$ et $\sin\mathfrak{P}\,dy$ étant les mêmes dans toutes les équations.

Nous avons réduit ces dernières à 34 en prenant les moyennes de $D_0 - D_c$ de 10 en 10 minutes de 2^h30^m à 8^h, et en les ajoutant toutes on fait disparaître dans chaque station les erreurs dues aux Longitudes.

» Si l'on fait alors la différence entre ces sommations d'une station Nord et d'une station Sud, les termes en cosinus et en sinus disparaissent et la valeur de $d\pi$ est donnée par $\frac{\Sigma D_0 - D_c}{\Sigma S}$.

» Malheureusement on n'a que cinq stations ayant fourni des séries complètes de plaques, le nombre des combinaisons n'est ainsi que de six et la valeur des données, comme nous l'avons dit, est liée à l'approximation de la traduction du millimètre en secondes d'arc.

» Le résultat obtenu par trois procédés $-0,072$ $-0,074$ $-0,068$ pour la correction de la parallaxe du Soleil est toutefois loin d'avoir l'approximation résultant de la méthode des contacts.

» Ce qui motive et en même temps excuse la longueur des calculs de cette recherche par la mesure des clichés c'est qu'il y avait toute probabilité que des faits nouveaux résulteraient de l'étude d'un si grand nombre de documents.

» Nous avons déjà indiqué à l'Académie comment de la mesure très étudiée de la silhouette de Vénus on pouvait déduire des phénomènes particuliers intéressant son atmosphère et laissant pressentir des vents analogues à ceux qui soufflent à la surface de la Terre et qui sont une conséquence de sa rotation.

» L'étude des diamètres polaires et équatoriaux sur un ensemble de plus de deux mille données permet d'affirmer que Vénus a un aplatissement analogue à celui de la Terre, et de tirer des meilleurs clichés qu'il existe, au pôle Sud, une surélévation extraordinaire qui altère en ce point la forme générale de la planète.

» Cet aplatissement ne vient-il pas confirmer une rotation déclarée certaine par les anciens astronomes, mais mise en doute il y a quelques années?

» D'autres conséquences pratiques résultent des mesures des déformations de la gélatine; j'ai vérifié qu'après 22 ans on retrouve les mêmes valeurs, ce qui permet un contrôle utile; enfin, on constate la nécessité d'apporter une attention scrupuleuse sur les données qui doivent être prises sur les lieux pour passer ultérieurement des valeurs métriques aux secondes d'arc. La mesure immédiate du réticule après les observations s'impose, car, au retour d'un long voyage, il est arrivé que les fils de ce

réticule ont été brisés, et la mesure des déformations de la gélatine a laissé alors à désirer.

» Dans une première partie de mon Mémoire, je donne des détails sur la détermination de la longitude de la Station de Puebla au moyen de signaux électriques avec l'assistance d'astronomes mexicains.

» Enfin, j'ai recherché dans les cahiers originaux de toutes les stations les déterminations magnétiques, météorologiques et celles relatives à la mesure de la gravité qui pouvaient avoir un intérêt pour la Science.

» Je crois qu'il y aurait quelque intérêt à publier ces résultats en même temps que les données relatives à la parallaxe du Soleil.

» On se convaincrait alors que, lors du dernier passage de Vénus sur le Soleil, le rôle des missions françaises a été utile et que les personnes qui les composaient ont bien mérité de l'Académie. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photographie des diverses couches superposées qui composent l'atmosphère solaire.* Note de M. H. **Deslandres**.

« L'atmosphère solaire est invisible en temps ordinaire avec l'œil ou la simple lunette; mais, grâce à des découvertes récentes, elle est étudiée tous les jours et presque tout entière. On a pu dévoiler peu à peu la portion de l'atmosphère qui est pour nous extérieure au bord solaire, la portion plus étendue qui se projette à l'intérieur du disque, et aussi les couches distinctes superposées qui la composent, à partir de la surface, à savoir : la couche renversante, productrice des raies noires du spectre, très mince et brillante ; la chromosphère rouge, plus épaisse, plus riche en gaz légers, et enfin la couronne, très élevée, et constituée surtout par des particules.

» La chromosphère et la couronne extérieures ont été révélées les premières par les éclipses totales (1842, 1860). A partir de 1868, l'addition du spectroscope à la lunette assure l'étude journalière de la chromosphère extérieure et des protubérances (Janssen et Lockyer). En 1871, dans une éclipse, Young décèle avec le spectroscope la couche renversante extérieure.

» En 1892 on aborde l'atmosphère entière, grâce à la photographie et à l'emploi de radiations nouvelles, avec l'aide du spectroscope et, en particulier, du spectrographe enregistreur à deux fentes ou spectrohéliographe qui isole une radiation simple et reconstitue avec elle une image du Soleil. C'est ainsi que la chromosphère intérieure est dévoilée et photographiée

dans la demi-sphère entière tournée vers la Terre (Hale et Deslandres). La même recherche est étendue à la couche renversante intérieure et notée comme applicable aux couches supérieures de la chromosphère et peut-être même à la couronne (Deslandres, 1893 et 1894).

» Tel est l'état général de la question. Or, récemment, un progrès sérieux a été réalisé par Hale et Ellerman qui ont appliqué à ces recherches la grande lunette de l'Observatoire Yerkes (Chicago), la plus grande actuellement en service ($1^m,05$ d'ouverture). Auparavant, Hale avait employé un objectif de $0^m,30$; moi-même je me suis servi d'objectifs de $0^m,12$, $0^m,30$ et, depuis 1898, à Meudon, d'un objectif de $0^m,20$. Un grand instrument a des avantages évidents pour l'étude des détails, mais les autres parties doivent être grandes en proportion ; c'est ainsi qu'à Chicago il a fallu construire un spectrohéliographe pour une image solaire large de 20^{cm}. La dispersion était à volonté faible ou forte, ce qui a permis d'isoler, soit les raies brillantes du calcium pour la photographie de la chromosphère, soit les raies noires fines pour la couche renversante.

» Ces observations sont très coûteuses, mais aussi très difficiles, et elles font le plus grand honneur aux astronomes américains, qui ont publié de fort belles reproductions des images obtenues (*Publications of the Yerkes Observatory*, Vol. III, Ire Partie, et *Astrophysical Journal*, Vol. XIX, p. 40). Or j'ai dressé déjà, en 1893 et 1894, le programme général de ces recherches solaires avec les raies brillantes et noires, ce que les auteurs américains veulent bien reconnaître, et même j'ai fait les premiers essais relatifs aux raies noires, avec des appareils, il est vrai, beaucoup plus simples (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 1053 et t. CXVIII, p. 148, et *Journal des Spectroscopistes italiens*, décembre 1894). Je suis conduit à présenter quelques remarques sur les travaux américains, pour montrer leurs rapports avec les travaux antérieurs, à peine signalés, il faut le dire, dans le Mémoire américain, et à donner mon opinion sur les recherches nouvelles à poursuivre.

» J'examine tout d'abord les images avec les raies brillantes du calcium et je signale la fin du désaccord qui existe depuis 1892 entre Hale et moi sur la nature et la position dans le Soleil des vapeurs correspondantes. Nous les avions reconnues simultanément en février 1892 [1], à l'emplace-

---

[1] Je donne ici la date exacte des publications qui seule doit faire foi. Hale, cependant, annonce dans son grand Mémoire qu'il a reconnu les vapeurs sur toute la surface solaire en 1891.

ment des facules du disque, mais, alors que je les plaçais au-dessus de la surface, Hale les considérait comme situées au-dessous de la surface et confondues avec les facules, dont il proposait même, en 1893, d'évaluer la hauteur par l'éclat de la vapeur, d'où le nom de *photographies de facules* donné aux images des vapeurs et adopté par la plupart des auteurs. La distinction est importante et a provoqué une vive discussion, qui est close maintenant, puisque Hale abandonne sa première idée. Je rappellerai seulement que, pour l'étude du point en litige, le simple spectroscope ordinaire a été plus utile que le spectrohéliographe; certes il donne moins bien la forme de la vapeur, mais il fournit seul tous les éléments de la question, les spectres de la vapeur et de la facule juxtaposés, et le bord du Soleil. Il montre aisément que les plages brillantes de la vapeur sont plus larges que les plages faculaires, que les vapeurs intérieures et extérieures au bord se prolongent exactement et sont identiques. D'où la conclusion suivante que j'ai formulée en 1893, et que confirment les observations américaines de 1904 : *Les images avec la raie brillante du calcium représentent la chromosphère entière du Soleil, telle qu'on la verrait isolée de la surface ou photosphère*. J'ai ajouté : *Les plages brillantes de la chromosphère sont au-dessus des facules, qui sont les plages brillantes et les parties élevées de la surface.*

» Or les facules sont divisibles en grains, bien nets sur les belles épreuves de la surface obtenues par Janssen, et il est probable, comme je l'écrivais en 1898 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 879) que les plages chromosphériques ont la même structure, d'autant que les protubérances qui en émanent sont filiformes. Les épreuves les meilleures de la chromosphère, faites à Meudon, larges de 85^{mm}, laissent soupçonner la division en grains, division qui est nette sur les très belles épreuves, larges de 200^{mm}, publiées par Hale et Elleman; il y a là un progrès à l'actif des grands instruments. Il reste cependant à vérifier la correspondance précise des deux séries de grains; il faudrait, en un jour favorable, isoler successivement, avec le spectrographe, la raie chromosphérique et un intervalle brillant entre les raies noires et ensuite comparer les deux images. Les grains peuvent se correspondre un à un dans les deux images, car ils appartiennent probablement aux mêmes colonnes formées de particules et de vapeurs.

» Cependant, comme la chromosphère a une origine électrique, on peut énoncer autrement la relation précédente : *Dans la chromosphère, les phénomènes électriques sont plus intenses au-dessus des points élevés de la surface*, ainsi d'ailleurs que dans l'atmosphère terrestre (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 716). Mais alors les autres vapeurs solaires doivent aussi

avoir un maximum d'intensité au-dessus des facules. Pour vérifier le fait, j'ai été conduit à étudier d'autres vapeurs et à isoler des raies noires avec le spectrographe. Une vapeur qui absorbe une radiation tend à substituer son intensité particulière pour cette radiation à celle du rayon qui la traverse. L'image avec une raie noire est donc celle de la vapeur, un peu modifiée par les spectres continus du disque et de la couronne.

» J'ai employé en 1894 le spectrographe à faible dispersion organisé à Paris pour la raie brillante du calcium (un seul prisme et lunette de 1^{m}), et j'ai repris récemment la même étude avec l'appareil similaire de Meudon. Les résultats sont les mêmes que ceux publiés en 1894.

» J'ai isolé les très larges raies noires H et K et les raies noires voisines les moins fines, à savoir : λ 406,3, 404,5, 388,7 du fer, λ 396,05, 394,3 de l'aluminium et la bande du carbone λ 388, en ayant soin, pour chaque raie fine, d'isoler aussi les deux intervalles brillants de chaque côté et de comparer les trois images pour bien reconnaître les petites perturbations dues à la faible dispersion. Or, les images des raies noires ont montré des plages brillantes à l'emplacement des facules, au centre comme au bord, moins étendues que celles des raies brillantes du calcium, mais semblables dans leurs lignes générales malgré des particularités individuelles.

» L'intérêt principal de ces images nouvelles tient à ce qu'elles représentent *la couche renversante jusqu'alors inobservée en dehors des éclipses, et à l'intérieur du disque*. Elles ouvrent, comme je l'écrivais en 1894, une voie nouvelle d'investigation extrêmement large. D'après cette première étude, la couche renversante a aussi ses plages brillantes au-dessus des facules; mais, avant de conclure à un fait absolument général, il faut attendre l'isolement de raies plus nombreuses et plus fines.

» D'ailleurs les raies noires solaires sont extrêmement variées d'origine et d'aspect, et avec elles on peut s'attendre à des résultats également variés, en particulier sur la répartition des vapeurs. Elles correspondent à des vapeurs qui s'élèvent à des hauteurs très différentes dans l'atmosphère; d'où j'ai conclu à la possibilité de dévoiler et de photographier toutes les couches successives. J'ai signalé en particulier la petite raie noire centrale du calcium pour l'isolement des couches supérieures de la chromosphère, et certaines raies très noires dont les vapeurs s'élèvent très haut, pour la recherche de la couronne. Il faut alors employer une forte dispersion, et adopter un spectrographe qui, comme le spectrographe à trois fentes, indiqué par moi en 1893, élimine la lumière diffuse intérieure. Les temps de pose sont très augmentés, et les appareils qui, comme celui de Meudon,

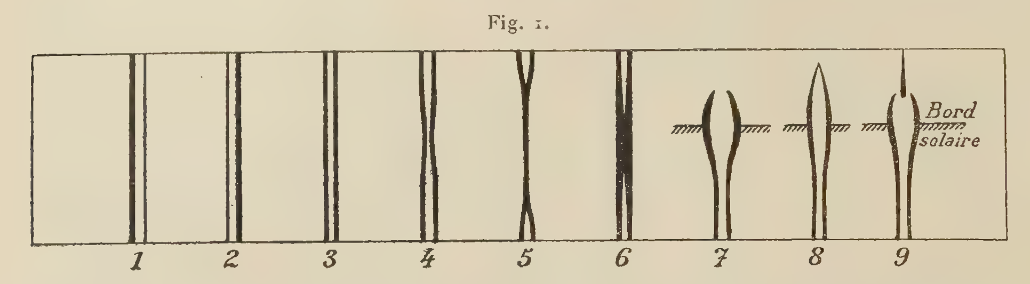
agrandissent trois fois la petite image solaire de 32^{mm} deviennent insuffisants. Il faut recourir aux grands objectifs ou à des spectrographes plus lumineux que les spectrographes actuels.

» C'est pourquoi les images du grand réfracteur américain avec les raies noires et un spectrographe dispersif à réseau ont un intérêt tout spécial. Les auteurs ont isolé des parties des très larges raies noires H et K et, à quelques détails près, ont retrouvé les particularités signalées en 1894. Ils ont isolé aussi les raies H_β et H_γ de l'hydrogène, mais, avec ces dernières, les images sont différentes; souvent, à l'emplacement des facules, elles offrent, non des plages brillantes par rapport au fond, mais des plages relativement noires. Le résultat est nouveau et présenté comme difficile à expliquer. Or, la question s'éclaire dans ce cas, comme dans les précédents, lorsqu'on recourt au spectroscope ordinaire, qui donne la raie tout entière et ses annexes. Avec une forte dispersion, les raies H_β et H_γ offrent un double renversement partiel, avec une raie noire centrale, à l'emplacement des facules. D'ailleurs, Young, dans son Ouvrage *Le Soleil*, édition de 1895, annonce que, à la base des protubérances, au bord, les raies précédentes présentent toujours aussi un double renversement et une raie noire centrale. Les images de l'observatoire Yerkes représentent une couche supérieure de la chromosphère, celle que j'ai appelée la troisième et qui n'avait pas encore été obtenue, les deux premières étant la couche renversante et la chromosphère proprement dite.

» Les auteurs américains n'ont pas pu isoler la raie noire centrale du calcium, dont le renversement est plus net, probablement par manque de dispersion dans le violet. J'ai indiqué déjà, comme je l'ai rappelé plus haut, cette petite raie du calcium, comme capable de fournir la troisième couche; mais j'ajoute que cette recherche doit se heurter à des difficultés spéciales, inhérentes au spectrohéliographe lui-même. La seconde fente de cet appareil a une largeur constante, alors que la raie noire à isoler, comme les deux raies brillantes qui l'enserrent, a une largeur variable. J'ai réuni dans le dessin schématique ci-contre les aspects divers de ces raies brillantes et noires, relevés à Paris de 1891 à 1893. Les raies brillantes sont représentées par des traits noirs, et la raie noire par le fond blanc. Par le seul examen du dessin, on voit que le spectrohéliographe doit donner souvent des résultats incomplets ou même inexacts. Avec une seconde fente très fine, une partie de la raie noire échappe; si la fente est large, la lumière de la seconde couche se mêle à celle de la troisième. Les raies de l'hydrogène ont des inconvénients tout semblables.

» Pour l'étude des couches supérieures, à mon avis, le meilleur appareil est le spectroscope ordinaire ou mieux le spectrographe automatique par sections successives, mais avec des sections très rapprochées, et un spectre très étroit, réduit à la raie brillante renversée. On réunirait ensuite par

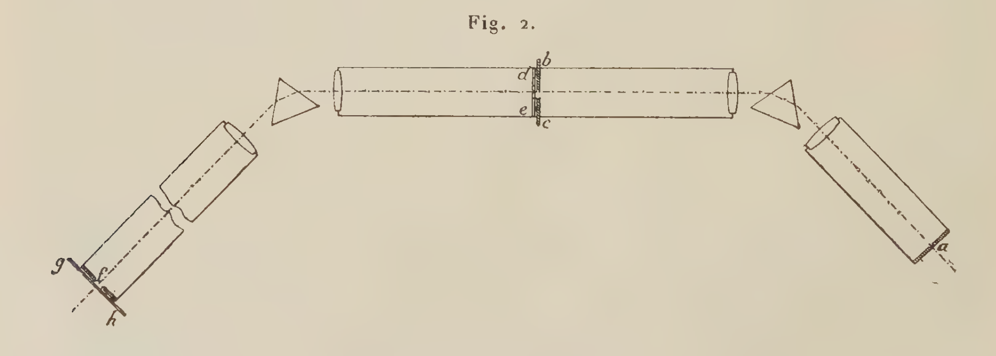
Fig. 1.



des courbes les points du Soleil ayant la même largeur de la raie centrale; ces courbes qui forment image donneraient en quelque sorte la carte des couches supérieures. En tout cas, le spectrographe par sections est un complément obligé du spectrohéliographe.

» En terminant, je signale un spectrohéliographe nouveau, actuellement à l'essai, qui est double, à trois fentes, et qui aurait sur les spectrographes existants l'avantage d'éliminer la lumière diffuse intérieure, de former l'image solaire non plus avec une seule radiation simple, mais avec plusieurs radiations et donc d'être très lumineux. Il est représenté dans le dessin schématique ci-contre : *a* est la fente collimatrice qui, avec tout l'appareil, se meut dans son plan devant une image fixe du Soleil; *de* est la seconde

Fig. 2.



fente et *f* la troisième. Les deuxième et troisième lunettes d'une part, les deux prismes d'autre part sont identiques et symétriques par rapport au plan de la seconde fente *de*. Le dispositif de prismes, déjà décrit par Wadworth pour un autre but, est tel que les faisceaux des diverses couleurs,

séparés par le premier prisme, sont réunis par le second prisme sur la troisième fente *f*, invariable dans son plan.

» La seconde fente qui est la pièce capitale est fabriquée par la lumière elle-même; elle est constituée par une plaque photographique qui a été impressionnée par le spectre solaire, puis replacée en *de*. Les noirs du négatif arrêtent les intervalles brillants du spectre, et la lumière des raies noires seule passe. La plaque placée en *gh*, mobile dans son plan, reçoit la lumière de toutes les raies noires ou de quelques-unes seulement, de manière à donner l'image des couches successives de l'atmosphère réunies ou séparées. Les premiers essais sont encourageants.

» Dans une Note prochaine j'exposerai mes idées personnelles sur l'organisation des recherches solaires, et sur les meilleurs termes à employer pour désigner les nouvelles images. »

BOTANIQUE. — *Production accidentelle d'une assise génératrice intralibérienne dans des racines de Monocotylédones.* Note de M. **Gaston Bonnier.**

« On sait que, lorsque les tiges ou les racines présentent des formations secondaires libéro-ligneuses dans leur cylindre central, l'assise génératrice de ces tissus destinés à épaissir indéfiniment la tige ou la racine se forme, en général, de deux manières différentes, suivant qu'il s'agit de Dicotylédones ou de Monocotylédones.

» Chez les Dicotylédones, lorsqu'il se produit une assise génératrice secondaire libéro-ligneuse, cette assise se forme *en dedans* du liber primaire. Chez les Monocotylédones, elle se produit, au contraire, *en dehors* du liber primaire.

» En particulier, lorsqu'il s'agit de la racine, l'assise génératrice des formations secondaires, chez les Dicotylédones, se dessine en dedans et autour du liber différencié en éventail vers l'intérieur à partir du pôle libérien, puis des cloisonnements se produisent en dehors des pôles ligneux. Une couche de cellules en voie d'active division s'établit donc de façon à présenter, en coupe transversale, une ligne sinueuse laissant en dehors tous les faisceaux libériens primaires, et en dedans tous les faisceaux ligneux primaires. M. Van Tieghem a établi la généralité de ce fait important.

» Les racines des Monocotylédones présentent rarement des formations

secondaires libéro-ligneuses dans le cylindre central. Toutefois, lorsqu'il s'en produit, soit normalement (*Dracæna*), soit accidentellement (comme je l'ai montré pour les racines aériennes de plusieurs espèces d'Orchidées), l'assise génératrice s'établit non seulement en dehors du bois primaire, mais aussi en dehors du liber primaire, et non en dedans, comme chez les Dicotylédones; autrement dit, l'assise génératrice se forme tout entière dans le péricycle, c'est-à-dire dans cette partie des tissus du cylindre central qui entoure toutes les formations vasculaires primaires, bois et liber.

» On connaît bien, parmi les racines de Dicotylédones, quelques exceptions à la règle générale que je viens de rappeler; c'est ainsi que certaines Chénopodées à structure anormale ne présentent pas d'assise génératrice en dedans du liber et produisent tous leurs tissus secondaires dans le péricycle, en dehors du liber et du bois. Mais, à ma connaissance, on n'a jamais observé aucun cas de structure anormale ou accidentelle qui puisse constituer une exception inverse. Je deux dire qu'on n'a jamais cité de racines de Monocotylédones pouvant produire à un moment quelconque une assise secondaire en dedans du liber. Cette Note a précisément pour but de signaler quelques exceptions de ce genre.

» Rappelons d'abord que la marche de la différenciation des éléments est identiquement la même dans le cylindre central d'une racine de Monocotylédone ou de Dicotylédone. Tous les éléments se disposent en éventail à partir de chaque pôle libérien et de chaque pôle ligneux; la différenciation se produit du liber vers le bois, et du bois vers le liber, par de nombreuses files de cellules, contournées, et dont, en définitive, les derniers éléments formés se trouvent placés en dedans et sur les côtés des faisceaux libériens. Dans le cas où les racines des Dicotylédones ne produisent pas de formations secondaires libéro-ligneuses et dans le cas général des racines de Monocotylédones, ces dernières cellules formées en dedans du liber achèvent leur différenciation, et les choses en restent là. Il ne se produit plus de divisions cellulaires, l'ensemble de tous ces tissus ne s'épaississant pas désormais.

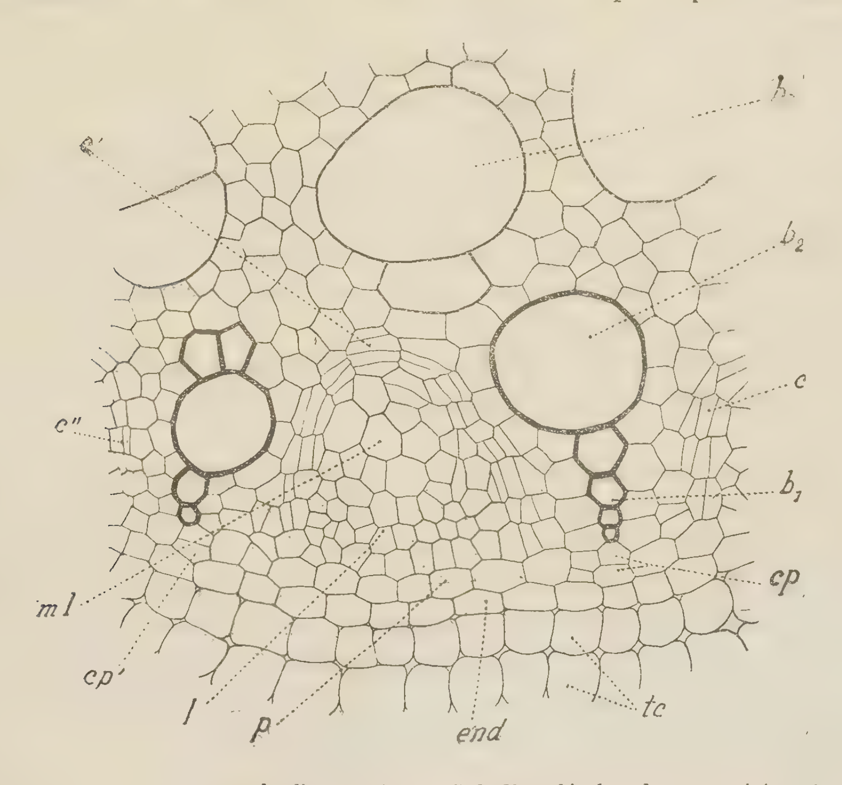
» D'autre part, lorsque s'achève cette différenciation primaire, les cellules du péricycle, et plus particulièrement celles qui sont situées en dehors des faisceaux ligneux, conservent une vitalité particulière; elles sont susceptibles de se cloisonner soit pour donner naissance à une radicelle, soit pour former des tissus de protection normaux ou accidentels.

» De ce qui précède il résulte que si l'on considère une racine normale de Monocotylédone qui vient d'achever sa différenciation, les éléments les

plus actifs, susceptibles de réagir par des cloisonnements à une action extérieure, sont les cellules situées en dedans et sur les côtés du liber, et les cellules du péricycle, plus spécialement celles qui sont situées en dehors du bois primaire.

» Le plus souvent le péricycle seul se cloisonne; mais, dans quelques cas que j'ai eu l'occasion d'observer récemment, les éléments intra-libériens se cloisonnent aussi.

» Lorsqu'une racine de *Caladium* (*C. bicolor* par exemple) se trouve avoir été assez profondément blessée non loin de son extrémité, le cylindre central, en s'organisant après la lésion, sera déformé dans la région atteinte présentant en section la forme d'un croissant; mais peu à peu, au-dessous,



Fragment d'une coupe transversale d'une racine de *Caladium bicolor*, dans une région située au-dessous d'une blessure : b_1 bois primaire; b_2, b_3 métaxylème ou bois primaire de seconde formation; *l* liber primaire; *ml* métaphloème ou liber primaire de seconde formation; *tc* tissu cortical; *end* endoderme; *p* péricycle; *c*, *c'*, *c''* parties de l'assise génératrice se formant par des cloisonnements, en dedans du liber et entre le bois et le liber; *cp'*, *cp* parties de l'assise génératrice se formant par des cloisonnements du péricycle en dehors du bois primaire.

à mesure que la racine continue à s'allonger, le cylindre central reprend sa forme normale, à section transversale circulaire.

» Or, dans la région blessée et *indéfiniment au-dessous de cette région*, il se produit une réaction dans les tissus du cylindre central. Cette réaction se manifeste par d'actifs cloisonnements, d'abord en dedans et sur les flancs du liber, puis dans le péricycle en dehors du bois, ainsi que le montre la figure ci-dessus.

» On voit alors se dessiner dans cette racine de Monocotylédone une assise génératrice identique à l'assise génératrice normale qui prend naissance dans les racines de Dicotylédones à formations secondaires.

» Il se produit, en effet, des cloisonnements réguliers c, c', c'' qui s'établissent en dedans et sur les côtés du liber, formant autour et en dedans de chaque faisceau libérien un arc dont la concavité est tournée vers l'extérieur. Peu après, ces mêmes cloisonnements, rejoints entre eux par les cloisonnements cp, cp' du péricycle en dehors du bois primaire, forment autour et en dehors de chaque faisceau du bois un arc dont la concavité est tournée vers l'intérieur. Ces arcs, inverses et alternes, étant réunis entre eux deux à deux, constituent une assise génératrice sinueuse (c'', cp', c', cp, c) identique à celle qui s'organise au début des formations secondaires dans une racine de Dicotylédone. Cette assise, on le voit, laisse, en effet, tout le liber (l, ml) vers l'extérieur et tout le bois (b_1, b_2, b_3) vers l'intérieur.

» J'ai observé les mêmes effets du traumatisme chez les racines de *Caladium odorum* et de *Musa sapientium*.

» En résumé, une blessure peut provoquer dans la structure de certaines racines de Monocotylédones un début de formations secondaires, s'organisant de la même manière que dans une racine de Dicotylédone.

» L'effet de cette réaction des tissus du cylindre central de la racine contre une action extérieure réalise donc le schéma général de la marche de la différenciation des éléments de la racine. On saisit ainsi d'une manière frappante les transitions insensibles qui s'observent entre les formations dites *primaires* et les formations dites *secondaires*. »

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique de l'émanation du radium* (¹). Note de MM. **Ch. Bouchard**, **P. Curie** et **V. Balthazard**.

« Nous étudions depuis le mois de février l'action physiologique des émanations du radium sur les souris et sur les cobayes. Le procédé expé-

---

(¹) Au cours de ces expériences, London a publié les résultats qu'il a obtenus sur

rimental que nous avons adopté consiste à faire respirer les animaux dans un espace clos chargé d'émanations, en régénérant l'air confiné sans qu'il y ait déperdition d'émanations.

» *Disposition de l'expérience.* — Un flacon de 2^l est rodé à sa partie supérieure qui est munie d'un tube à robinet. Le flacon est rempli au tiers de sa hauteur de ponce potassique en gros fragments; on introduit ensuite un support grâce auquel l'animal, souris ou petit cobaye, se trouve placé dans la partie supérieure du flacon.

» Le flacon communique avec un tube de Cloez, relié lui-même à un ballon de grandes dimensions, rempli d'oxygène. L'animal en respirant produit de l'acide carbonique qui est absorbé par la potasse; il se produit alors une diminution de pression dans le flacon, qui se répercute dans le tube de Cloez, et quelques bulles d'oxygène passent du ballon dans le flacon, remplaçant l'oxygène qui a été consommé par l'animal.

» La pression de l'oxygène est maintenue constante dans le ballon à l'aide du dispositif suivant : le ballon est fermé à sa partie supérieure par un bouchon percé de deux orifices, l'un est traversé par un tube qui se rend au tube de Cloez, l'autre reçoit un tube effilé à son extrémité inférieure qui provient de la tubulure inférieure d'un flacon de Mariotte. Ainsi, lorsque, par suite du passage de l'oxygène dans le flacon, la pression diminue dans le ballon, l'eau du flacon de Mariotte s'écoule dans le ballon jusqu'à ce que la pression initiale soit rétablie.

» Grâce à une tubulure latérale placée entre le flacon et le tube de Cloez, il est facile, après avoir fait une dépression de quelques centimètres de mercure dans le flacon, d'y introduire les émanations au début de l'expérience.

» Deux appareils semblables sont d'ailleurs branchés sur le même ballon d'oxygène, l'un d'eux étant destiné à recevoir un animal témoin à chaque expérience.

» *Action de l'émanation sur la souris et le cobaye.* — Au bout d'un temps qui, suivant la quantité d'émanations utilisée, varie de 1 heure à quelques heures, les animaux manifestent des symptômes respiratoires. La respiration prend un type saccadé, l'expiration devient très brève, et la pause respiratoire s'allonge. En même temps l'animal se met en boule, reste immobile et son poil se hérisse. Plus tard, l'animal tombe dans une torpeur profonde et se refroidit; les mouvements respiratoires gardent leur caractère, mais leur fréquence diminue beaucoup et, dans l'heure qui précède la mort, on ne note plus que dix, huit et même six inspirations par minute. Bien que les animaux restent absolument immobiles et affaissés, il n'y a pas, à proprement parler, de paralysies, car les irritations vio-

---

la grenouille avec les émanations provenant de 10^{mg} de radium; la mort survient en 5 jours.

lentes amènent toujours des mouvements réflexes; il existe même un certain degré de contracture des membres avec parfois quelques convulsions.

» *Expériences.* — 1° Une souris est placée dans le flacon de 2^l et l'on introduit 15 grammes-heure [1] d'émanations; la mort survient au bout de 9 heures. En réalité, les émanations sont diluées dans un espace de $1^l,5$, si l'on déduit le volume de l'animal et celui de la ponce sulfurique. La souris qui sert de témoin est retirée de l'autre flacon au bout de 24 heures sans avoir éprouvé aucun trouble.

» 2° Une souris est placée dans le flacon renfermant 28 grammes-heure d'émanations; la mort survient en 6 heures 30 minutes. Elle est remplacée par une autre souris qui meurt en 8 heures; cette survie un peu plus grande s'explique par ce fait que les émanations ont un peu diffusé hors du flacon au moment où l'on a fait la substitution de la seconde souris à la première.

» 3° 50 grammes-heure d'émanations sont introduits dans le flacon où a été placée une souris; celle-ci meurt en 4 heures. La souris qui sert de témoin survit.

» 4° Un cobaye est placé dans le flacon avec 15 grammes-heure d'émanations; il succombe en 9 heures. Le témoin survit après 24 heures de séjour dans l'autre flacon.

» 5° Un cobaye est soumis à l'action de 20 grammes-heure d'émanations. Il meurt en 7 heures.

» On voit d'après ces expériences que, toutes conditions semblables, la mort des animaux survient d'autant plus rapidement que la tension des émanations dans le flacon est plus grande.

» On pourrait penser que la mort est causée par l'action toxique de l'ozone; lorsque les émanations sont conservées en vase clos en présence de l'oxygène, il se forme en effet de grandes quantités d'ozone. Dans le flacon qui sert aux expériences, le même phénomène se produit; mais, grâce à la présence de la ponce potassique, cet ozone est ramené à l'état d'oxygène presque immédiatement. Une prise de gaz du flacon pratiquée soit au cours de l'expérience, soit à la fin, montre en effet qu'il existe des traces d'ozone perceptibles à l'odorat; mais le dosage fait en mesurant l'alcalinité d'une solution d'iodure de potassium agitée au contact du gaz prouve que la teneur en ozone ne dépasse pas 1 pour 1000. Or des expériences directes dans lesquelles l'oxygène traverse un tube organisateur avant d'arriver dans le flacon ont établi qu'il faut 24 heures pour tuer une souris, alors que la richesse en ozone dans l'espace clos est constamment supérieure à 2 pour 100, c'est-à-dire 20 fois plus grande que dans nos recherches sur l'action de l'émanation.

---

[1] Le gramme-heure, unité d'émanation du radium, correspond à la quantité d'émanations émises pendant 1 heure par une solution de 1^g de bromure de radium.

» *Lésions observées chez les animaux.* — La lésion dominante consiste en une congestion pulmonaire intense. A l'œil nu, les poumons apparaissent à leur face externe ponctués de taches rouges séparées par des espaces rosés. Au microscope, on observe une dilatation considérable des vaisseaux et des capillaires et quelques petits vésicules d'emphysème. Toutefois, il n'existe pas d'hémorragies interstitielles ou alvéolaires; l'épithélium des alvéoles et des bronches est intact.

» Le sang subit des modifications qui portent surtout sur les leucocytes, dont le nombre est très diminué; toutefois le pourcentage des diverses variétés de leucocytes n'est guère modifié. Ces leucocytes détruits se retrouvent dans les macrophages de la rate.

» Il n'existe pas d'altérations microscopiques grossières au niveau du foie, des reins et du cerveau, en dehors d'une congestion assez marquée.

» La rigidité cadavérique débute au moment même de la mort, et le cœur est en systole.

» *Radioactivité des tissus de l'organisme.* — Les animaux qui ont succombé à l'action des émanations ont des tissus radioactifs. Le corps d'un cobaye, placé sur une plaque photographique entourée de papier noir, a donné une image sur laquelle les poils sont indiqués avec une grande netteté.

» Nous avons recherché, 3 heures après la mort, par la méthode photographique, la radioactivité des divers tissus de l'organisme; tous sont radioactifs, mais à des degrés variables. La radioactivité atteint son maximum avec les poils; la peau rasée est peu radioactive, l'œil également. L'intensité est à peu près égale pour le rein, le cœur, le foie, la rate et le cerveau; elle est, chose curieuse, beaucoup plus grande pour les capsules surrénales, et surtout pour le poumon.

» Cette action radiographique dépend de deux causes, la radioactivité induite des tissus et la présence d'émanations dissoutes dans les humeurs; il sera intéressant de les dissocier.

» En résumé, en éliminant les causes d'erreur dues au confinement de l'atmosphère et à la production d'ozone, nous avons établi la réalité d'une action toxique des émanations du radium introduites par la voie respiratoire et agissant sur le revêtement cutané. Ajoutons qu'il ne nous a pas été possible d'obtenir d'effets nocifs en injectant les émanations avec des gaz dans le péritoine de cobayes ou de lapins. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Émanation du radium* (Exradio), *ses propriétés et ses changements.* Note de sir **William Ramsay** [1].

« Pour caractériser une matière quelconque, on recherche quelles sont ses propriétés particulières, quelle est l'action de la pesanteur sur cette substance, quelle place elle occupe dans l'espace, enfin si elle change d'état. Si cette substance est gazeuse, on la liquéfie par refroidissement; si elle est liquide ou solide, on la vaporise en l'échauffant. De plus, on cherche à la caractériser par son spectre.

» Les dénominations d'*effluve* et d'*émanation* appliquées aux phénomènes de la radioactivité possèdent, il faut le reconnaître, quelque chose d'intangible et de mystérieux. Autrefois, on attribuait, à l'air atmosphérique, des effluves; on a parlé aussi d'émanations terrestres, magnétiques ou stellaires, termes qui s'appliquaient à des phénomènes incompris qui paraissaient immatériels. Les expériences que nous avons poursuivies avec M. Soddy et avec M. Collie nous ont convaincus que l'émanation, qui s'échappe du radium, possède les propriétés d'un gaz véritable qui suit la loi de Boyle-Mariotte, d'un corps pesant que l'on peut condenser à très basse température, et qui possède une tension de vapeur, même à la température d'ébullition de l'air atmosphérique.

» Nous avons pu mesurer la quantité d'émanation qui s'échappe du bromure de radium dans un temps connu et nous avons pu déterminer la position de ses raies spectrales les plus lumineuses. Nous présentons aujourd'hui, à l'Académie, le résultat de ces premières expériences.

» En collaboration avec M. Soddy, nous avons fait une solution de 70^{mg} de bromure de radium dans l'eau distillée, que nous avons placée dans trois petites ampoules de verre soudées au tube d'une pompe à mercure. Le bromure de radium décompose lentement l'eau de telle sorte que, chaque semaine, nous obtenions, en faisant le vide, environ 8^{cm^3} à 10^{cm^3} d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène formant un mélange tonnant, qui renfermait toujours, cependant, un excès d'hydrogène.

» Cette circonstance est encore inexpliquée pour nous, mais elle pose une question à laquelle nous espérons répondre plus tard. Une certaine

---

[1] L'Académie décide que cette Communication, bien que dépassant les limites réglementaires, sera insérée en entier.

quantité d'émanation se trouvait en même temps mélangée à ce gaz tonnant. Nous avons tout d'abord cherché à en mesurer le volume. Au moyen d'un siphon renversé, nous avons introduit le mélange gazeux dans un eudiomètre auquel était scellé un petit tube vertical à anhydride phosphorique. Ce tube se divisait en deux branches : l'une était fermée par un robinet et communiquait avec une pompe à mercure; l'autre se prolongeait verticalement et était terminée par un tube capillaire jaugé. Entre cette jauge et le tube qui renfermait l'anhydride phosphorique se trouvait une ampoule que l'on pouvait refroidir à volonté au moyen d'air liquide.

» Pour réussir cette expérience, il est indispensable d'éviter, dans l'appareil de verre dont les différentes pièces sont soudées les unes aux autres, la plus petite quantité d'azote et d'acide carbonique. Avant d'introduire le gaz tonnant dans le tube eudiométrique, nous avons lavé les appareils avec de l'oxygène pur, et nous avons fait jaillir l'étincelle entre les électrodes de platine pendant plusieurs minutes afin de brûler les poussières que l'appareil pouvait renfermer. Pour absorber les dernières traces d'acide carbonique, nous avons placé une petite quantité de potasse fondue sur la paroi intérieure de l'eudiomètre. Puis tout l'appareil a été légèrement chauffé avec un bec Bunsen, enfin vidé de gaz au moyen de la pompe à mercure. Lorsque toutes ces précautions ont été prises, nous avons fait arriver le gaz tonnant dans l'eudiomètre et, après avoir fermé le robinet, nous l'avons fait détoner. La petite ampoule a été ensuite refroidie au moyen d'air liquide et, en fermant le robinet de communication avec la pompe, nous avons introduit le mélange d'hydrogène et d'émanation dans l'ampoule refroidie. Les différents tubes de notre appareil sont capillaires, de telle sorte que la capacité de l'ampoule était bien supérieure à celle des tubes, y compris celui qui renfermait l'anhydride phosphorique.

» L'émanation s'est de suite condensée dans l'ampoule qui, dès lors, a émis une lumière qui permettait de voir l'heure à une montre. En ouvrant le robinet qui mettait l'ampoule en communication avec la pompe à mercure, on a enlevé l'hydrogène jusqu'au moment où le chapelet gazeux descendant de la trompe devenait à peine visible sauf dans l'obscurité. Il faut bien se garder de trop prolonger cette évaporation, car l'émanation, condensée dans l'air liquide, possède encore une tension de vapeur notable et l'on pourrait, en faisant le vide pendant un temps très long, n'en laisser que très peu dans l'ampoule. Lorsque le vide est fait, on ferme le robinet de la pompe, et, en élevant le réservoir, on laisse entrer, par le bas de l'appareil, du mercure qui traverse l'anhydride phosphorique et

qui emprisonne l'émanation. On enlève ensuite l'air liquide, l'appareil s'échauffe et l'émanation prend l'état gazeux. On continue à élever le réservoir afin de comprimer l'émanation dans le tube capillaire; il est facile ensuite de mesurer les volumes à des pressions diverses. Voici les chiffres obtenus :

Longueur du tube en millimètres.	Volume en millimètres cubes.	Pression en millimètres.	Volume × pression.
0,95	0,0228	765,8	17,5
1,20	0,0288	644,8	18,6
1,55	0,0372	518,1	19,3
2,30	0,0562	333,4	18,4
2,55	0,0612	309,2	18,9
6,80	0,163	182,4	21,6
11,90	0,372	55,3	20,6

» Le volume à la pression normale déduit de la moyenne de ces chiffres était de $0^{cm^3},0254$.

» D'après cette expérience, l'émanation paraît se comporter comme un gaz ordinaire.

» Nous avons répété deux fois cette expérience. La première fois nous avons remarqué que, de jour en jour, le gaz diminuait de volume. Nous voyions nettement que, à un moment donné, la longueur du tube rempli d'émanation, à une pression constante, ne tardait pas à diminuer avec régularité en conservant sa luminosité. Après trois semaines, il ne restait finalement qu'un dixième de millimètre qui émettait autant de lumière qu'au début de l'expérience. A cette époque la colonne de gaz n'était qu'un point lumineux; lorsque l'expérience dure un mois, toute lumière a disparu. En abaissant ensuite le mercure, afin de faire le vide dans l'appareil et en l'échauffant légèrement, nous avons obtenu une quantité de gaz qui représentait, à peu près, quatre fois le volume originel de l'émanation et qui donnait le spectre de l'hélium.

» L'émanation ressemble aux gaz de la famille de l'argon; elle résiste à tous les agents chimiques. Il est vraisemblable que sa molécule est monoatomique et que, en conséquence, son poids atomique est le double de sa densité (H = 1). Nous ne connaissons pas sa densité exactement, mais des expériences poursuivies de divers côtés indiquent une valeur voisine de 80 : ce qui correspond à un poids atomique voisin de 160. Le poids atomique du radium étant de 225, d'après les recherches de Mme Curie, on peut en déduire que chaque atome du radium ne peut produire plus d'un atome

d'émanation. Pour déterminer le rapport entre la quantité du radium et la quantité d'émanation qu'il produit, il est nécessaire de connaître le volume occupé par le radium, en le regardant comme un gaz mono-atomique. Pour 1^g de radium, le chiffre est

$$\frac{(2 \times 11,2)}{225} = 0^l,1 = 10^{5\,mm^3}.$$

» Nous avons trouvé que chaque gramme de radium donne $3 \times 10^{-6\,mm^3}$ par seconde. Et si un atome de radium ne fournit qu'un atome d'émanation, λ, la proportion du radium qui se transforme par seconde est 3×10^{-11}. La proportion qui se transformerait en une année est donc $9,5 \times 10^{-4}$, c'est-à-dire un peu moins que la millième partie de son poids. La vie moyenne de l'atome du radium est, en conséquence, $\frac{1}{\lambda} = 3,3 \times 10^{10}$ secondes, soit 1050 années. Une seconde expérience nous a donné le chiffre de 1150 années.

» On peut aussi déduire des mesures de M. et Mme Curie et de celles de Rutherford que la chaleur qui est émise par 1^{cm^3} d'émanation est 3 600 000 fois plus grande que celle qui est fournie par l'explosion d'un égal volume de gaz tonnant.

» En collaboration, avec M. Collie, nous avons mesuré les longueurs d'onde des lignes du spectre d'émanation. Les voici :

Longueurs d'onde.	Remarques.
6350	A peine visible.
6307	Faible, disparaît rapidement.
5975	» » »
5955	» » »
5890	Faible.
5854	»
5805	Forte, persiste.
5725	Assez forte, persiste.
5595	Très forte, persiste.
5580	Faible.
5430	»
5393	»
5105	Très forte, persiste.
4985	» »
4966	Forte, disparaît après quelque temps.
4690	Faible, disparaît rapidement.
4650 / 4630	Faible (ces lignes ont été enregistrées dans une seule expérience).

» Nous avons rencontré, en même temps, les lignes du mercure et de l'hydrogène; nous les donnons ci-dessous :

	Longueur mesurée	Longueur d'onde.
H................	6567	6563
Hg...............	5790	5790
Hg...............	5768	5769
Hg...............	5465	5461
H................	4865	4861
Hg...............	4360	4359

» Nous ferons remarquer que l'erreur ne dépasse pas quatre unités Angström. Nous avons observé par deux fois le spectre de l'émanation. Il ne dure pas très longtemps, car, à cause de l'humidité qui se trouve dans le tube, le spectre de l'hydrogène ne tarde pas à s'accentuer et à masquer le spectre de l'émanation. Nous ferons remarquer que, pour obtenir ce spectre, il faut prendre de grandes précautions, que l'expérience est très délicate et que nous n'avons pu la réussir qu'après 6 mois de vaines tentatives. Mais, dès le début de l'expérience, ce spectre est très beau, ses lignes sont nettes et il rappelle les spectres des gaz de la série de l'argon.

» Ainsi, l'émanation est un gaz sans activité chimique; il possède un spectre semblable à ceux des gaz inertes de l'air; il est visible, grâce à sa luminosité, et, comme les autres gaz, il suit la loi de Boyle-Mariotte. Nous nous proposons de le nommer *exradio*.

» La production de l'hélium au moyen de ce gaz a été observée non seulement par nous, mais encore par M. Deslandres et par Hendricson. Or, lorsqu'un composé, par exemple l'azotate d'argent, fournit de l'argent par électrolyse, on dit que ce composé contient de l'argent. Peut-on dire que le radium contient de l'émanation, c'est-à-dire le gaz exradio et que l'exradio contient de l'hélium? Je pense que non. Dans le premier cas, en dissolvant de l'argent dans l'acide azotique, on peut reproduire l'azotate d'argent, mais on n'a pas réussi à reproduire le radium en partant de l'exradio, ni l'exradio en partant de l'hélium. Mais on peut objecter que nous ne possédons pas tous les constituants de l'exradio. Ne serait-il pas possible qu'en ajoutant à l'hélium la substance qui se dépose comme enduit sur les parois de nos tubes, il se ferait une combinaison qui donnerait l'exradio? Cependant, il y a un constituant qu'il ne faut pas oublier, qui est l'énergie.

» Pour obtenir la combinaison des constituants de l'exradio, il faudrait remplacer l'énorme quantité d'énergie que l'exradio a perdue en se décom-

posant. En outre, il faut aussi pouvoir remplacer les électrons qui se sont échappés pendant la décomposition. Si l'on pouvait constater qu'après la perte des électrons qui forment, d'après J.-J. Thomson et d'autres, l'électricité négative, le résidu ne possède pas une électrisation positive; on ne pourrait pas soutenir que, en perdant des électrons, la substance ne soit devenue neutre, c'est-à-dire qu'elle ne contienne un excès, soit d'électricité positive, soit d'électricité négative. Si une charge d'électricité positive de cette matière n'indique que la perte des électrons, on peut comprendre qu'en se transformant, les nouvelles matières contiennent une quantité plus faible d'électrons, mais encore suffisante pour les rendre électriquement neutres.

» Quoique les analogies tirées de la Chimie ordinaire ne suffisent pas pour représenter complètement ces phénomènes nouveaux, elles peuvent néanmoins nous servir à préciser nos idées. Il est possible d'enlever le chlore du chlorure d'ammonium; dans ce cas on devrait obtenir le groupement AzH^4; mais ce groupement est peu stable, même en combinaison avec le mercure.

» Il ne tarde pas à se décomposer en ammoniac et hydrogène. Pour reconstituer le composé AzH^4Cl, il est nécessaire de suivre un chemin beaucoup plus long. Il faut d'abord combiner le chlore avec l'hydrogène, puis faire réagir l'acide chlorhydrique sur l'ammoniac. Nous pouvons opérer ces transformations, mais jusqu'ici nous ne pouvons opérer des changements semblables avec le radium et ses produits de décomposition.

» Je pense cependant que nous ne devons pas abandonner ces tentatives sans essayer de faire pénétrer les électrons qui s'échappent de l'ex-radio dans d'autres corps. Les essais que nous avons poursuivis jusqu'ici dans cette voie ne nous ont pas donné de résultats; je n'ose pas assurer qu'ils réussiront : mais la difficulté de ces expériences est encore augmentée par la petite quantité de matière transformée. J'estime cependant que nous devons suivre cette voie pour obtenir quelques résultats dans cette question difficile.

» Dans tous les cas, nous ne devons pas oublier la citation faite par M. Moissan, dans son Traité de Chimie, de cette phrase déjà ancienne, écrite par Lavoisier : « Si nous attachons au nom d'*éléments* ou de *principes* » des corps l'idée du dernier terme auquel parvient l'analyse, toutes les » substances que nous n'avons pu encore décomposer par aucun moyen » sont pour nous des éléments; non pas que nous puissions assurer que » ces corps, que nous regardons comme simples, ne soient pas eux-mêmes

» composés de deux ou même d'un plus grand nombre de principes,
» mais puisque ces principes ne se séparent jamais, ou plutôt puisque
» nous n'avons aucun moyen de les séparer, ils agissent à notre égard
» à la manière des corps simples et nous ne devons les supposer composés
» qu'au moment où l'expérience et l'observation nous en auront fourni la
» preuve. »

PHYSIQUE. — *De l'action que les rayons* N *exercent sur l'intensité de la lumière émise par une petite étincelle électrique et par quelques autres sources lumineuses faibles.* Note de M. R. BLONDLOT.

« Dans une Note publiée récemment dans les *Comptes rendus* [1], M. Jean Becquerel a donné l'explication suivante du changement que les rayons N produisent dans la visibilité d'un écran de sulfure de calcium phosphorescent : les rayons N incidents sont absorbés par le sulfure, qui restitue d'autres rayons N, lesquels, accompagnant les rayons lumineux, augmentent la sensibilité de la rétine.

» Cette explication est justifiée par les expériences de M. Jean Becquerel, et, de plus, elle rend bien compte de plusieurs particularités que l'on rencontre dans l'observation des écrans phosphorescents soumis à l'action des rayons N, et aussi de l'impossibilité de mettre en évidence par la photographie les variations de la luminosité des écrans dans ces expériences. D'ailleurs, comme il est aisé de le constater, le sulfure de calcium, lorsqu'il reçoit des rayons N, devient lui-même une source secondaire intense de ces rayons, qu'il ait été préalablement insolé ou non : par exemple, si l'on approche d'une lime un flacon contenant du sulfure de calcium non insolé, lequel n'émet pas des rayons N par lui-même, on constate que le champ d'action des rayons émis par la lime s'étend à une distance beaucoup plus grande; si l'on éloigne la lime, les rayons secondaires disparaissent presque aussitôt.

» Tout porte donc à penser que, dans le cas des substances phosphorescentes, le mécanisme des phénomènes est bien celui qui a été mis en évidence par M. Jean Becquerel.

» Maintenant, dans le cas d'une petite étincelle électrique, cette explication s'applique-t-elle encore? Autrement dit, l'augmentation de visibilité

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 16 mai 1904, p. 1205.

par l'action des rayons N a-t-elle encore pour cause un accroissement de sensibilité de l'œil? La possibilité de fixer par la photographie l'augmentation de luminosité qu'une telle étincelle éprouve par l'action des rayons N indique déjà que l'intensité de la lumière qu'elle émet doit être réellement augmentée. Pour le vérifier, il suffit d'appliquer ici la méthode employée par M. Jean Becquerel dans le cas du sulfure de calcium phosphorescent, c'est-à-dire d'observer l'étincelle à travers une cuve remplie d'eau distillée; on constate alors que les variations de netteté et de luminosité de l'étincelle sont aussi visibles qu'avant l'interposition de la cuve. On facilite l'observation de l'étincelle en superposant un verre dépoli assujetti à 2^{cm} environ en avant de celle-ci, comme je l'ai indiqué précédemment. On peut opérer avec une étincelle ayant 1^{mm} de longueur, et même davantage, à condition d'absorber la plus grande partie de la lumière qu'elle émet, à l'aide de lames de verre bleu superposées.

» En appliquant le même procédé aux changements de visibilité d'une lame de platine portée au rouge sombre, j'ai reconnu qu'elle se comporte comme l'étincelle. Comme l'avait déjà remarqué M. Jean Becquerel, même dans le cas du sulfure de calcium, l'interposition de la cuve ne supprime pas totalement les changements de visibilité produits par les rayons N, mais les atténue seulement considérablement.

» De ce qui précède il résulte que l'observation des changements de luminosité dus à l'action des rayons N ne met pas en jeu la même propriété de l'œil quand il s'agit de l'étincelle électrique que quand il s'agit de substances phosphorescentes : dans le cas de l'étincelle, c'est l'aptitude de l'œil à saisir de faibles variations d'intensité lumineuse qui est en jeu; dans le cas de substances phosphorescentes, c'est de plus la propriété que possède l'œil de devenir plus sensible quand il reçoit des rayons N. »

PHYSIQUE. — *Sur l'émission suivant la normale de rayons* N *et de rayons* N_1. Note de M. E. BICHAT.

« Dans une précédente Communication [1], j'ai décrit le phénomène d'oscillations lumineuses d'un écran à sulfure phosphorescent en présence de différentes sources. Si, au moment où l'éclat est minimum, on interpose entre la source et l'écran une lame de plomb oxydé, on voit cet éclat

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1254.

augmenter; donc, à ce moment, l'écran recevait des rayons N_1; si on interpose la lame au moment où l'éclat du sulfure paraît maximum, cette interposition ne produit aucun effet : à cet instant, on observe simplement l'éclat normal du sulfure. Les sources étudiées agissent donc comme si elles émettaient des rayons N_1 d'une facon intermittente.

» Les phénomènes se simplifient si, au moyen d'un fil de cuivre, on relie la source au sol (conduites d'eau), ou si on la met en communication avec le pôle d'une pile dont l'autre pôle est au sol : les intermittences lumineuses cessent et l'écran phosphorescent indique une émission constante de rayons N dans le premier cas, et de rayons N_1 dans le second cas.

» Pour obtenir une source de rayons N, il suffit donc de relier au sol une tige ou une lame métallique, par exemple, au moyen d'un fil de cuivre. Les rayons N émis dans ces conditions par le métal viennent du sol, car si l'on vient à oxyder le fil de cuivre, sur une longueur d'une dizaine de centimètres, en le chauffant dans la flamme d'un chalumeau, l'émission des rayons N cesse complètement : or j'ai montré (¹) que, dans ces conditions, ces rayons ne sont plus conduits par le fil de cuivre.

» Si l'on emploie comme source un miroir métallique concave émettant des rayons N ou N_1, selon qu'il est relié au sol par un fil de cuivre non oxydé, ou qu'il est mis en communication avec le pôle d'une pile, et que l'on déplace une fente phosphorescente devant cette source, on constate que les rayons émis viennent converger vers le centre de courbure du miroir, dont on détermine aisément la position par ce procédé : les rayons sont donc normaux à la surface d'émission. Le cône formé par les rayons N ou N_1 paraît cependant avoir un angle un peu plus petit que le cône géométrique ayant pour sommet le centre de courbure, et pour base le miroir : un fait analogue a été constaté pour les rayons cathodiques. »

PHYSIQUE. — *Sur l'émission des rayons* N *et* N_1 *par les corps cristallisés.* Note de M. E. BICHAT.

« Si, d'un écran phosphorescent, on approche un canon de quartz, de telle sorte que son axe soit perpendiculaire à l'écran, on constate que, dans cette direction, le quartz émet des rayons N. Si, au contraire, on approche le canon de quartz de telle sorte que son axe soit parallèle

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 329.

à l'écran, on constate que, dans cette direction perpendiculaire à l'axe, il émet des rayons N_1.

» Pour le spath d'Islande, c'est l'inverse : suivant l'axe, il émet des rayons N_1 et, dans une direction normale à l'axe, il émet des rayons N.

» Afin d'éviter des actions étrangères, on interpose entre l'écran et le cristal une lame de plomb percée d'une petite ouverture.

» Un rapprochement entre cette propriété et celle que possèdent ces deux cristaux d'avoir une élasticité différente dans la direction de l'axe et dans les directions perpendiculaires, se présente naturellement à l'esprit. Le quartz est un cristal positif et le spath est un cristal négatif : en agissant sur le sulfure phosphorescent, les cristaux positifs se conduiront-ils comme le quartz et les cristaux négatifs se conduiront-ils comme le spath?

» J'ai pu vérifier qu'il en est bien ainsi pour un certain nombre de cristaux : l'apophyllite, la brucite, la cassitérite, le zircon, cristaux positifs, et le corindon, l'émeraude, l'idocrase, l'oligiste, cristaux négatifs.

» La tourmaline, cristal négatif, se conduit comme le spath; mais pour le constater il faut avoir soin de ne pas tenir le cristal entre les doigts; car alors on l'échauffe et l'on voit apparaître un autre phénomène qui masque celui que l'on veut observer.

» La tourmaline est, en effet, pyroélectrique : étant chauffée, elle s'électrise positivement à l'une de ses extrémités et négativement à l'autre. Or les corps électrisés approchés d'un écran phosphorescent augmentent son éclat s'ils sont électrisés positivement et le diminuent s'ils sont électrisés négativement. Si donc on présente successivement à l'écran les deux extrémités d'une aiguille de tourmaline chauffée, on observe une diminution ou une augmentation de l'éclat du sulfure. On peut, de cette façon, reconnaître le signe de son électrisation.

» Voici encore un fait que l'on peut rapprocher de ceux que l'on observe avec les corps cristallisés. Une lame épaisse de colle forte du commerce émet des rayons N_1 dans une direction normale à la lame et des rayons N par la tranche. Or Bertin a montré qu'une pile de lames minces de gélatine se conduit comme un cristal uniaxe négatif (¹). »

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XV, p. 129.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Sur la 5e campagne scientifique de la* Princesse Alice II. Note de S. A. le Prince **Albert de Monaco**.

« *Océanographie pure.* — Mon travail d'océanographie pure, auquel M. Thoulet a participé durant un mois, fournit les résultats suivants : 18 sondages jusqu'à 4835^{m} avec le sondeur Buchanan muni d'un tube nouveau ont découpé dans le sol sous-marin des boudins assez longs pour montrer la formation de dépôts sableux plus ou moins épais intercalés dans la masse vaseuse très abondante en argile. Ce fait permet de constater les brusques variations dont la nature minéralogique d'un fond est susceptible sur un même point. 22 autres sondages exécutés avec le sondeur Léger à des profondeurs semblables ont ramené des échantillons de fond d'une nature plus grossière.

» Deux dragages, dont l'un situé à 200 milles au large d'Ouessant, ont ramené d'une profondeur qui atteint 820^{m} une grande quantité de pierres pesant près de 100^{kg}. Ce sont des roches cristallines très variées : granites, gneiss, roches amphiboliques, grès et fragments de quartz, tantôt arrondies et tantôt brisées. Des animaux fixés à leur surface nous apprennent que la mer ne les recouvrait pas ; il semble ainsi démontré que d'assez forts courants existent dans toute l'épaisseur des eaux de la région. L'origine glaciaire et septentrionale de ces minéraux n'est guère douteuse.

» M. Thoulet s'est livré à des expériences curieuses de diverse nature. Certains fonds côtiers traités par l'acide dégageaient beaucoup d'hydrogène sulfuré. Ce fait permettra probablement d'expliquer des réactions chimiques s'accomplissant dans le sol sous-marin, et d'élucider quelques particularités des anciennes couches géologiques marines maintenant exondées.

» Le même savant a vérifié les changements amenés dans la flottabilité des pierres ponces en les immergeant à de grandes profondeurs par l'entraînement du fil de sonde. Ces expériences tendront à expliquer la présence, si générale dans les fonds marins, de la ponce en poussiére ou en fragments.

» M. Thoulet a fait aussi une intéressante application du miroir à 45° immergé à faible profondeur et observé verticalement pour juger la coloration de la mer. Des expériences nombreuses ont montré l'excellence de ce procédé, sur lequel M. Thoulet s'appuie pour construire une échelle colorimétrique.

» Des prélèvements d'eau avec prises de température ont eu lieu en de nombreux points du golfe de Gascogne, à des profondeurs de 50^m, 100^m et 150^m. Dans trois circonstances les mêmes séries verticales ont été poussées de 500^m en 500^m jusqu'à 1500^m. L'analyse de ces échantillons permet l'étude des phénomènes de la circulation océanique sur chacun de ces étages parallèles.

» A plusieurs reprises les échantillons d'eau recueillis au delà de 1500^m de profondeur tandis que le fond de la mer se trouvait à 2000^m ou 3000^m plus bas, étaient troublés par un nuage opalin; et l'analyse montrait que cet effet devait être attribué à de l'argile en suspension.

» *Zoologie marine.* — Une partie de cette campagne ayant dû être consacrée à des observations sur la sardine le long des côtes de Bretagne, je n'ai pas quitté le golfe de Gascogne; et une quarantaine de pêches du plankton qui nourrit la sardine ont pu être faites dans les régions où ce poisson paraît et disparaît tour à tour. Elles permettent de reconnaître la constance d'un obstacle sérieux que l'envahissement de la rogue présente à l'analyse des matériaux trouvés dans l'estomac de ces poissons. Des recherches persistantes sur le plankton des côtes françaises paraissent être le meilleur guide vers la solution d'un problème intéressant une nombreuse population. C'est toujours la question des études océanographiques complètes à résoudre pour la France.

» Parmi les opérations ayant un caractère zoologique ou biologique je signalerai 7 coups de chalut à étriers jusqu'à 4180^m qui ont rapporté notamment, de 1804^m : un (*Pheronema*); des échinodermes (*Psilaster, Pentazonaster, Neomorphaster Talismani*); des Holothuries (*Procidaris purpurata*); un oursin (*Phormosoma*); des crustacés (*Stenopus, Polycheles, Geryon quinquedens*); un céphalopode (*Cirroteuthis*); des poissons (*Bathypteroïs dubius, Alepocephalus rostratus, Lota, Leptoderma, macrurus*); une actinie (*Chitonactis Richardi*).

» Onze coups de chalut à plateaux dont un, à 820^m, établit que, malgré certaines préventions manifestées jadis, cet appareil, le meilleur des filets traînants, peut être employé dans les grandes profondeurs. Il a rapporté *Dorocidaris, Phormosoma placenta, Anamathia Rissoana, Bathynectes longispina* et un *Spatangue*.

» Quatre descentes de nasses, opérées entre 1414^m et 4180^m, qui ont fourni *Synaphobranchus pinnatus* avec des amphipodes (dont *Euryporeia gryllus*), et des isopodes (*Lidoneca*); enfin *Mora mediterranea*. En même

temps les petites nasses intérieures rapportaient des Copépodes, des Mysidés, des Ostracodes et des Cumacés.

» Neuf descentes de lignes amorcées, jusqu'à 4330^m, qui ont donné *Aphanopus carbo, Centrophorus, Centroscymnus, Echinorhinus spinosus, Pristinurus melanostomus,* et d'autres animaux.

» Une opération avec le filet bathypélagique Giesbrecht modifié, dans une profondeur de 1700^m sur un fond de 4360^m qui a ramené des méduses violacées (*Atolla Bairdi*), une méduse très rare : *Agliscra elata* Hœckel et de nombreux copépodes, mysidés, sagitta, scopélidés, etc.

» La descente d'un filet fin, construit sur le modèle d'une épuisette mais ayant une ouverture carrée de 3^m de côté, qui est descendu dans une profondeur de 1500^m au-dessus d'un fond de 4780^m et qui a recueilli le long de cette colonne d'eau un grand nombre d'animaux parmi lesquels au moins 50 espèces de crustacés, dont plusieurs nouvelles. L'importance et la nouveauté de cette opération justifieront la présentation d'une Note spéciale du Dr Richard.

» Il est intéressant de mentionner que, durant cette campagne, S. M. le roi d'Espagne, Alphonse XIII, voulant connaître certaines méthodes opératoires relatives aux études océanographiques, et désireux de voir l'Espagne se joindre au mouvement qui entraîne presque toutes les nations maritimes vers l'Océanographie, est venu assister à quelques-unes des opérations de la *Princesse-Alice,* dans le golfe de Gascogne. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes de l'année précédente.

MM. **Émile Picard** et **Moissan** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les expressions formées de radicaux superposés.* Note de M. **Paul Wiernsberger**, présentée par M. Appell.

« I. *Développements infinis pour le sinus et le cosinus.* — Dans une précédente Note ([1]) j'ai considéré des expressions de la forme

$$(1) \qquad \sqrt{2+\varepsilon_1\sqrt{2+\varepsilon_2\sqrt{2+\ldots}}}, \qquad |\varepsilon_h| = 1,$$

et j'ai prouvé leur convergence, dans le cas où les ε_h se reproduisent périodiquement. Depuis lors, j'ai réussi à établir une relation simple entre certaines séries numériques et les expressions (1), avec ou sans périodicité, conduisant à des développements infinis pour le sinus et le cosinus qui sont, je crois, entièrement nouveaux.

» 1. Si $0 \leqq x \leqq 1$, on peut toujours mettre le nombre x sous la forme d'une série absolument convergente

$$(2) \qquad x = \frac{1}{2} + \eta_1\frac{1}{2^2} + \eta_2\frac{1}{2^3} + \ldots + \eta_h\frac{1}{2^{h+1}} + \ldots, \qquad |\eta_h| = 1.$$

» Ce développement est unique, à moins que x soit une fraction irréductible dont le dénominateur est une puissance de 2; alors il y a deux développements différents. Les signes se reproduisent périodiquement, à partir du premier, si x est une fraction irréductible dont le dénominateur est impair; ils ne se reproduisent périodiquement qu'après un certain rang si ce dénominateur est pair. Enfin il n'y a aucune périodicité si x est incommensurable. On peut d'ailleurs déterminer les signes en remarquant que η_h est égal à $+1$ ou à -1 selon que le numérateur de la valeur approchée de x, à $\frac{1}{2^h}$ près par défaut, est impair ou pair. Il est aussi facile d'établir une certaine corrélation entre ces développements et le système binaire de numération.

([1]) *Comptes rendus,* 28 décembre 1903.

» 2. Le nombre x étant défini par la série (2), on a

$$(3)\qquad \begin{cases} \sin\frac{\pi}{2}x = \frac{1}{2}\sqrt{2+\varepsilon_1\sqrt{2+\ldots+\varepsilon_h\sqrt{2+\ldots}}}, \\ \cos\frac{\pi}{2}x = \frac{1}{2}\sqrt{2-\varepsilon_1\sqrt{2+\ldots+\varepsilon_h\sqrt{2+\ldots}}} \end{cases}$$

en posant

$$\eta_h = \varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_h \qquad (h = 1, 2, 3, \ldots).$$

» En limitant les formules (3) aux h premiers radicaux, l'erreur commise est moindre que $2\sin\frac{\pi}{2^{h+2}}\cdot$ On a aussi

$$\sin\pi x = \frac{1}{2}\sqrt{2-\varepsilon_2\sqrt{2+\ldots+\varepsilon_h\sqrt{2+\ldots}}},$$

$$\cos\pi x = -\frac{1}{2}\varepsilon_1\sqrt{2+\varepsilon_2\sqrt{2+\ldots+\varepsilon_h\sqrt{2+\ldots}}}.$$

» Ces développements sont uniques pour toutes les valeurs de x qui ne sont pas des fractions irréductibles ayant pour dénominateur une puissance de 2.

» II. *Convergence.* — En cherchant à généraliser les résultats auxquels j'étais parvenu relativement à la convergence des expressions (1), je me suis demandé s'il n'existe pas de conditions de convergence pour les expressions de la forme

$$(4)\qquad \sqrt[n]{a_1+\varepsilon_1\sqrt[n]{a_2+\ldots+\varepsilon_{h-1}\sqrt[n]{a_h+\ldots}}}, \qquad |\varepsilon_h| = 1,$$

où n est un entier $\geqq 2$ et où les a_h signifient des nombres positifs tels que les expressions placées sous chacun des radicaux soient positives, ces radicaux étant d'ailleurs pris avec leur valeur arithmétique. Voici les principaux résultats auxquels je suis parvenu.

» 1. Si tous les ε_h sont positifs, la condition nécessaire et suffisante pour que l'expression (4) soit convergente est que les nombres a_h satisfassent tous à l'inégalité

$$(5)\qquad a^{\frac{1}{n^h}} < A \qquad (h = 1, 2, 3, \ldots),$$

A étant un nombre fini quelconque.

» Les conditions (5) sont évidemment remplies si les nombres a_h admettent une borne supérieure a, et dans ce cas l'expression (4) a une limite au plus égale à $b = \sqrt[n]{a + \sqrt{a + \sqrt[n]{a + \ldots}}}$; d'ailleurs, pour $a \leqq 2$, on a $b \leqq 2$ et, pour $a > 2$, on a $b < a$.

» 2. La question est plus compliquée si les ε_h ne sont pas tous positifs. En se bornant au cas des radicaux carrés et en désignant par z_h l'expression limitée

$$z_h = \sqrt{a_1 + \varepsilon_1 \sqrt{a_2 + \ldots + \varepsilon_{h-1} \sqrt{a_h}}}, \qquad |\varepsilon_k| = 1 \qquad (k = 1, 2, \ldots, h-1),$$

on trouve

$$|z_{h+p} - z_h| < \frac{N}{(2\alpha)^h},$$

en supposant que, pour toute valeur de h, on puisse faire correspondre à chaque entier p un nombre fini N tel que

$$N \geqq \sqrt{a_{h+1} + \sqrt{a_{h+2} + \ldots + \sqrt{a_{h+p}}}},$$

et qu'il existe aussi un nombre positif α satisfaisant aux conditions

$$\alpha < \sqrt{a_k - \sqrt{a_{k+1} + \sqrt{a_{k+2} + \ldots + \sqrt{a_{k+k'} + \ldots}}}}$$
$$(k = 1, 2, 3, \ldots; k' = 1, 2, 3, \ldots).$$

» Pour que la condition de convergence, $\lim_{h=\infty} |z_{h+p} - z_h| = 0$, soit satisfaite, *il suffit* alors que l'on ait

$$(6) \qquad \alpha > \frac{1}{2}.$$

» 3. Dans le cas particulier où $a_1 = a_2 = \ldots = a_h = \ldots = a$, on peut mettre la condition (6) sous la forme

$$a > \frac{1}{4}(5 + 2\sqrt{5}) \qquad \text{ou} \qquad a > 2{,}3680\ldots.$$

» Cette condition suffisante n'est pas nécessaire; la convergence a lieu en effet pour $a = 2$, comme le montrent les formules (3). »

CINÉMATIQUE. — *Sur les mouvements de solides aux trajectoires sphériques.* Note de M. **Jules Andrade**, présentée par M. Poincaré.

« Soit μ un mouvement de solide aux trajectoires sphériques, soit A le le centre de la sphère qui porte la trajectoire de M. Les deux seuls cas où le mouvement μ ne se réduit pas au type immédiatement banal d'une rotation, ou d'une rotation fixe, sont ceux où l'ensemble (A) est de multiplicité 3 ou de 2, ce seront les mouvements μ^3 et μ^2. Nous pouvons d'ailleurs classer les mouvements μ en deux groupes : les mouvements μ_1 où quelque point privilégié décrit une trajectoire circulaire *dont le centre est à distance finie* et les autres μ_2. Nous serons conduits ainsi à distinguer 4 classes de mouvements :

$$\mu_1^3,\ \mu_2^3,\quad \mu_1^2,\ \mu_2^2.$$

» De plus, nous pouvons considérer avec le mouvement μ le mouvement inverse ν de l'ensemble (A) par rapport à l'ensemble M.

» *Pour classer ces différents mouvements je démontre d'abord le théorème suivant :*

» *Tout mouvement μ_1 est du type banal.*

» Puis j'observe que tout mouvement μ^3 donne lieu à un mouvement inverse ν^3 et que l'un des mouvements μ^3 ou ν^3 est du type μ_1^3 ou ν_1^3 *à moins que* ne se présente l'un ou l'autre des deux cas suivants :

» Ou bien la correspondance des deux ensembles (A) et (M) est homographique ;

» Ou bien les mouvements μ et ν ont un axe central de glissement fixe.

» Mêmes conclusions pour les mouvements μ_2 ; la correspondance homographique ne donne rien de plus, en sorte que les seuls mouvements μ possibles sont ceux du type banal ou ceux dans lesquels l'axe de rotation et glissement est fixe.

» Or, M. Bricard nous a appris que, dans le cas d'un axe central fixe, une trajectoire sphérique pour un point entraîne une trajectoire sphérique pour chacun des autres points du solide.

» Il n'y a pas de mouvement μ en dehors du type banal et du mouvement découvert par M. Bricard. »

MÉCANIQUE. — *Sur une variante du joint universel.* Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. Léauté.

« Certains constructeurs d'automobiles ont adopté un joint universel présentant une disposition très simple. L'un des arbres est terminé par un boisseau cylindrique pourvu de fentes longitudinales servant à guider des coulisseaux portés par l'extrémité de l'autre arbre. Au point de vue cinématique, le fonctionnement est le même qu'avec le croisillon ordinaire; mais le frottement s'exerce d'une façon différente. En appelant φ l'angle de frottement et A l'angle des deux axes, on trouve que, pour un tour, le rapport entre le travail consommé par le frottement et le travail utile est $\frac{2}{\pi}\operatorname{tang}\varphi \log\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{4}+\frac{A}{2}\right)$, expression qui, pour les petites valeurs de A, se réduit sensiblement à $\frac{2A}{\pi}\operatorname{tang}\varphi$.

» Dans ma Communication du 30 mai j'ai montré que, avec la disposition habituelle, ce rapport a pour valeur $\frac{4Ar}{\pi R}\sin\varphi$. Le résultat ne serait le même que si le rapport entre le rayon r des tourillons et leur distance R au centre avait pour valeur $\frac{1}{2\cos\varphi}$. En pratique, $\frac{r}{R}$ est beaucoup plus petit, et, par conséquent, l'ancienne disposition est préférable au point de vue de la perte de travail due au frottement. »

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Sur la vitesse critique des ballons dirigeables.* Note de M. **Ch. Renard**, présentée par M. Maurice Levy.

« Les ballons dirigeables tels qu'on les conçoit aujourd'hui (*France, Santos-Dumont, Lebaudy*) ont une *vitesse critique* pour laquelle *leur coefficient de stabilité longitudinale s'annule* et au-dessus de laquelle ce coefficient *devient négatif.*

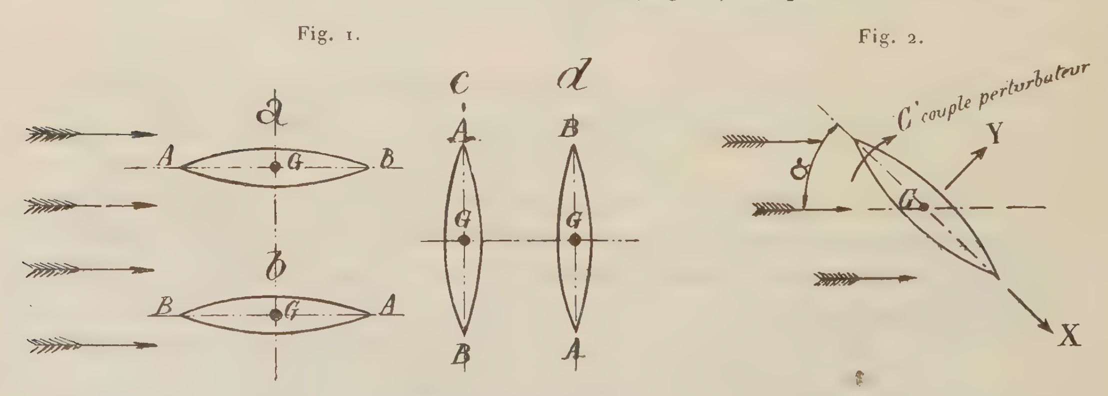
» Cette vitesse critique est relativement faible pour les ballons usuels (de 8^m à 11^m par seconde suivant la grosseur du ballon). Elle est inférieure à celle qui serait nécessaire pour rendre les aérostats pratiquement dirigeables, c'est-à-dire pour les mettre en état de sortir presque tous les jours avec certitude de succès. Elle est inférieure à la vitesse que les mo-

teurs légers actuels permettraient d'obtenir et il en résulte que, *dans l'état actuel des choses,* de nouveaux progrès dans la voie de l'allégement des moteurs ne peuvent plus contribuer en rien à augmenter la vitesse propre des ballons. La difficulté du problème de la direction des ballons a donc changé de nature.

» Elle semblait consister uniquement naguère dans la recherche des moyens d'augmenter la puissance motrice en allégeant le poids de l'unité de puissance; aujourd'hui un nouvel obstacle apparaît, celui de l'instabilité longitudinale des ballons en marche et, tant qu'il ne sera pas franchi ou tourné, les nouveaux progrès des moteurs ne feront pas avancer la question. Ces phénomènes ont été étudiés à Chalais par la méthode *du tunnel* et cette méthode a permis de mettre en évidence et de mesurer *le couple perturbateur* qui tend à écarter le ballon de sa position d'équilibre quand son axe de révolution s'écarte d'un angle α de la direction du courant d'air relatif. Elle consiste à placer dans un tube horizontal de gros diamètre (*tunnel*), traversé par un violent courant d'air, des carènes fusiformes qu'on peut suspendre autour d'axes transversaux quelconques. Ces ballons peuvent être équilibrés ou stabilisés statiquement par des masses placées en dehors du tunnel. Un fléau de balance, calé sur l'axe transversal d'oscillation et portant des plateaux, permet de provoquer et de maintenir des inclinaisons déterminées.

» Si l'on choisit comme point de suspension le centre de gravité du volume, on observe les phénomènes suivants :

» 1° Une carène fusiforme symétrique (*fig.* 1) suspendue autour du



centre de gravité G du volume, et statiquement indifférente, a deux positions d'équilibre instable *a* et *b*, qui correspondent au cas où le courant d'air relatif est parallèle à l'axe de révolution et deux positions stables *c*

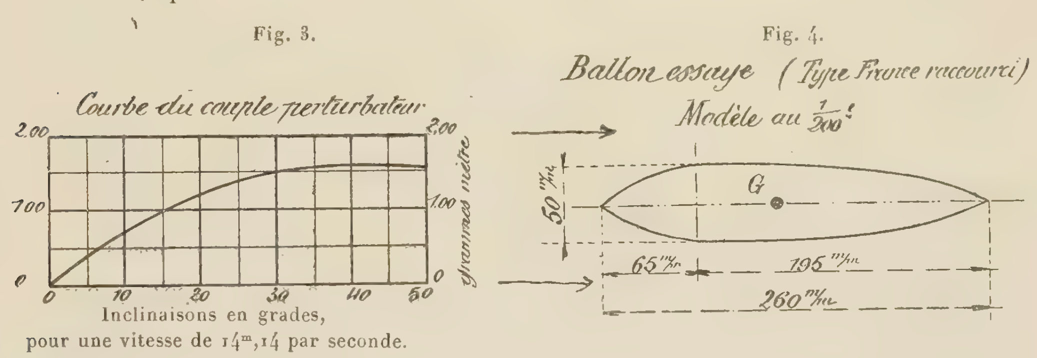
et d qui correspondent au cas où l'axe de révolution est normal au courant d'air.

» 2° Si l'on cherche à maintenir le ballon dans une position intermédiaire (*fig.* 2) (axe de révolution incliné de α sur le courant d'air), on ne le peut qu'en introduisant un couple *redresseur*, fonction de α et proportionnel au carré de la vitesse de l'air. Ce phénomène met donc en évidence l'existence d'un *couple perturbateur* C′ de la forme $KV^2 f(\alpha)$.

» La fonction $f(\alpha)$ s'annule pour $\alpha = 0$ et $\alpha = 100^G$ et passe par un maximum, pour une valeur de α voisine de 50^G.

» Nous donnons (*fig.* 3) la forme graphique de cette fonction entre $\alpha = 0$ et $\alpha = 50^G$ pour une carène du type *France* un peu raccourci (*fig.* 4) et une vitesse de l'air voisine de 14^m par seconde.

Fig. 3. Fig. 4.



Inclinaisons en grades,
pour une vitesse de $14^m,14$ par seconde.

» Si l'on se borne aux petits angles (jusqu'à 20^G), le couple perturbateur C′ est donné par la formule approchée

$$C' = 0,145 \sin\alpha\, a d^3 V^2, \tag{1}$$

dans laquelle C′ est en kilogrammètres, a est le poids du mètre cube d'air en kilogrammes, d le diamètre du ballon en mètres et V la vitesse relative en mètres par seconde.

» D'autre part, le couple stabilisateur C dû au poids suspendu au ballon est, dans ce type et en ne tenant pas compte des déformations du ballon et de la suspension, sensiblement représenté par la formule

$$C = 1,73 \sin\alpha\, a d^4. \tag{2}$$

Posons $1,73\, a d^4 = \mu$ et $0,145\, a d^3 V^2 = \lambda$, on aura

$$C = \mu \sin\alpha, \qquad C' = \lambda \sin\alpha,$$

et le couple de rappel du ballon $C_1 = C - C' = \mu\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right)\sin\alpha = \mu' \sin\alpha$; μ est le

coefficient de stabilité au repos, μ' le coefficient de stabilité en marche;

$$\mu' = \mu\left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right), \tag{3}$$

il est donc moindre que μ et s'annulera quand λ deviendra égal à μ.

» Or μ est indépendant de la vitesse, tandis que λ est proportionnel à V^2.

» Il y aura donc une *vitesse critique* ψ pour laquelle on aura $\mu' = 0$.

» Elle est donnée par la relation $0,145\psi^2 = 1,73d$, d'où

$$\psi = 3,454\sqrt{d}. \tag{4}$$

» Pour des ballons semblables, elle croît comme la racine carrée du diamètre.

» Le Tableau suivant donne, pour les trois ballons qui ont *été effectivement dirigés*, les valeurs de la vitesse critique ψ, de la puissance critique Δ, de la puissance qu'ils pourraient emporter D, étant donnée la légèreté actuelle des moteurs, et de la vitesse V_m qu'ils pourraient atteindre si le ballon conservait sa stabilité à toutes les allures :

Désignation du ballon.	d.	Vitesse critique. ψ.	Puissance critique en chevaux. Δ.	D.	V_m.	Dates.
	m	m	chx	chx	m	
France	8,40	10,00	24,2	60	13,50	1884 et 1885
Santos n° 6....	6,00	8,50	7,5	22	12,10	1901
Lebaudy......	9,80	10,80	41,3	95	14,20	1902 et 1903

» En pratique, le ballon devient *ingouvernable* bien au-dessous de la vitesse critique ψ.

» Après avoir signalé le mal, il faut évidemment indiquer le remède. C'est ce que nous nous proposons de faire prochainement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les rayons cathodiques*. Note de M. P. **Villard**, présentée par M. Mascart.

« En 1858 Plücker avait observé que dans une ampoule à gaz raréfié placée dans un champ magnétique intense la lumière négative se dispose suivant un tube de force ayant pour base la cathode. Récemment M. A. Broca (1) a nettement établi que dans un champ puissant il se produit

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 736 et 823.

simultanément des rayons cathodiques ordinaires s'enroulant autour du champ suivant les lois connues, et une seconde espèce de rayons qui suivent les lignes de force. Ces phénomènes ont également été étudiés par M. Pellat qui les a interprétés en admettant l'existence d'un frottement anisotrope des particules cathodiques dans le champ magnétique ([1]).

» L'existence de deux espèces de rayons peut être facilement vérifiée par des dispositifs analogues à ceux de M. Broca; on peut également employer une ampoule cylindrique étroite placée obliquement dans un champ uniforme ou mieux convergent: on voit alors simultanément le faisceau dirigé suivant les lignes de force et la trace fluorescente produite sur la paroi par les rayons ordinaires déviés et disposés suivant une nappe hélicoïdale ([2]).

» Le procédé le plus simple consiste à observer les rayons dans l'oxygène pur qu'ils illuminent brillamment en jaune. On distingue alors très nettement, et sans troubler le phénomène, le faisceau hélicoïdal et le faisceau en tube de force. Ces aspects peuvent être photographiés.

» Ces rayons de seconde espèce, que j'appellerai *magnéto-cathodiques*, pour rappeler leur mode de formation, se produisent, toutes choses égales d'ailleurs, avec une différence de potentiel moindre que les rayons ordinaires; leur apparition détermine une chute de tension aux électrodes et, par suite, un affaiblissement notable, ou même une suppression complète des rayons cathodiques proprement dits ([3]).

» Les propriétés principales des deux espèces de rayons sont essentiellement différentes. Pour les rayons magnéto-cathodiques, le champ est non seulement directeur, mais aussi moteur. Si, en effet, l'on gêne l'émission (plus exactement l'alimentation) en plaçant près de la cathode un diaphragme à petite ouverture, on constate qu'en faisant croître suffisamment le champ on peut obtenir une émission au travers de cette ouverture;

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, 1902, p. 352 et 697.

([2]) Quand on fait croître le champ, on observe d'abord une tache fluorescente unique de plus en plus déviée qui s'allonge en arc d'hélice; quand le rayon de courbure des rayons les plus déviés est devenu assez petit, ceux-ci passent sans toucher le verre, décrivent une spire de plus et font brusquement apparaître sur la paroi une deuxième tache fluorescente semblable à la première, puis, de même, une troisième et une quatrième, de plus en plus faibles.

([3]) Dans certains cas, en particulier avec des ampoules très résistantes, on observe au contraire une élévation de la tension qui paraît due à l'électrisation négative des parois par les rayons déviés ramenés près de la cathode.

de même la fluorescence excitée sur le verre et surtout la luminescence du gaz traversé par les rayons augmentent d'intensité avec le champ.

» Les rayons magnéto-cathodiques ne sont pas électrisés :

» L'ombre d'un fil ne s'élargit pas quand on charge ce fil négativement [expérience de M. Perrin (1)]. On peut même relier ce fil à la cathode sans obtenir, soit un élargissement de l'ombre, soit la suppression des rayons passant près du fil.

» La méthode du cylindre de Faraday, devenue classique depuis les travaux de M. Perrin, permet de vérifier directement cette absence d'électrisation : il convient seulement d'éviter le mélange des rayons en plaçant, en avant de la cathode, un diaphragme à petite ouverture, et il est commode de ne pas mettre en ligne droite la cathode, le diaphragme et l'ouverture de l'enceinte protégeant le cylindre. Dans ces conditions, en l'absence du champ aucun rayon n'arrive au cylindre, et, si l'appareil est électriquement étanche, l'électroscope n'accuse aucune charge. On peut ensuite, à volonté, diriger dans le cylindre soit les rayons ordinaires, au moyen d'un aimant faible, soit les rayons magnéto-cathodiques en orientant convenablement l'ampoule dans un champ puissant. Une poudre fluorescente, déposée sur l'enceinte du cylindre, facilite le réglage de l'expérience. Or, l'arrivée des rayons ordinaires dans le cylindre produit instantanément une divergence des feuilles d'or correspondant à plusieurs centaines de volts; la divergence est, au contraire, absolument nulle avec les rayons magnéto-cathodiques.

» Leur charge, si elle existe, est donc incomparablement moindre que celles des premiers. Il est fort probable que cette charge est nulle et que ces rayons sont autre chose qu'électrisés.

» En effet, si l'on fait passer un mince faisceau de rayons magnéto-cathodiques dans un champ électrique (longueur des plateaux 40^{mm} à 50^{mm}, écartement 8^{mm} à 10^{mm}, différence de potentiel 250 à 500 volts) on observe une déviation, mais, contrairement à ce qui a lieu en pareil cas pour les rayons de Hittorf, *cette déviation se produit perpendiculairement aux lignes de force électrique*. Le sens de la déviation change avec celui du champ électrique ou magnétique : ce dernier étant dirigé de droite à gauche, un observateur regardant dans la direction de la force électrique verra les rayons s'enrouler dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre. La grandeur de la déviation électrique est d'autant plus grande que le champ magnétique générateur est plus faible; c'est l'analogue de ce qui se passe pour la déviation magnétique des rayons cathodiques ordinaires.

» Ainsi les propriétés des rayons magnéto-cathodiques sont inverses de celles des rayons de Hittorf : le champ électrique agit sur les premiers comme le champ magnétique sur les seconds, et réciproquement; c'est, je

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XI, 1897, p. 507.

crois, le premier exemple réalisé d'une action laplacienne de la force électrique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode propre à mesurer les coefficients de self-induction.* Note de M. **Iliovici**, présentée par M. Mascart.

« La bobine dont on veut mesurer le coefficient de self-induction L se trouve dans un bras ab, de résistance r_1, d'un pont de Wheatstone, dont les trois autres bras sont formés par des résistances non inductives et sans capacités, $ad = r_2$, $bc = r_3$, $dc = r_4$. La source d'électricité se trouve dans la diagonale ac, l'appareil de zéro dans la diagonale bd. Enfin entre le point c et un point e variable sur la résistance r_2 est branché un condensateur de capacité C.

» La méthode consiste à régler d'abord l'équilibre en régime permanent en agissant surtout sur la résistance r_4; ensuite en régime variable en déplaçant le point e sur la résistance r_2 (la résistance r_2 peut être formée par deux boîtes de résistances *jumelles;* le point e reste alors fixe et l'on agit sur les résistances $ae = x$ et $ed = y$ de façon que $x + y = r_2$ reste constant).

» Soient i_1, i_2, i_3, i_4, $i_2 - j$ les courants dans les résistances $\overrightarrow{ab}$, $\overrightarrow{ae}$, $\overrightarrow{bc}$, $\overrightarrow{dc}$, $\overrightarrow{ed}$, pendant le régime variable; j le courant dans la branche $\overrightarrow{ec}$ du condensateur.

» Si l'équilibre existe *à chaque instant* du régime variable, on a

$$i_1 = i_3, \qquad i_2 - j = i_4, \qquad r_3 i_3 = r_4 i_4, \qquad r_1 i_1 + \mathrm{L}\frac{di_1}{dt} = x i_2 + y(i_2 - j),$$

$$j = \mathrm{C}y\frac{d(i_2 - j)}{dt} + \mathrm{C}r_4\frac{di_4}{dt};$$

d'où l'on déduit la relation

$$(1) \qquad (r_1 r_4 - r_2 r_3) r_4 + [\mathrm{L} r_4 - \mathrm{C} x r_3 (y + r_4)]\frac{di_4}{dt} = 0.$$

» Le courant i_4 ayant comme valeur initiale zéro et ne pouvant pas être identiquement nul, l'équation (1) nous donne

$$(2) \qquad r_1 r_4 - r_2 r_3 = 0,$$

qui est la condition d'équilibre en régime permanent, et

$$(3) \qquad \mathrm{L} = \frac{\mathrm{C}x(y + r_4)r_3}{r_4} = \mathrm{C} r_3 x\left(1 + \frac{y}{r_4}\right).$$

» On sait que le prototype des méthodes de comparaison, au pont de Wheatstone, d'un coefficient de self-induction à une capacité, c'est la méthode de Pirani, dans laquelle la bobine dont on veut mesurer la self-induction L, en série avec une résistance R, aux extrémités de laquelle on branche une capacité C, forme l'un des bras du pont.

» On a alors la formule

$$L = CR^2.$$

C étant habituellement petit, pour la mesure des coefficients de self-induction, R devra être grand; le courant qui traverse la bobine de self-induction sera donc forcément petit et la méthode peu sensible.

» Dans notre cas, au contraire, la formule qui donne L est très élastique : on peut s'arranger pour que le courant qui traverse la self-induction soit aussi grand que peut le supporter le fil, et l'on peut agir aussi sur les autres éléments de façon à obtenir une grande sensibilité.

» Il existe des variantes de la méthode de Pirani qui ont à peu près la même sensibilité que la nôtre; mais notre méthode a surtout deux avantages sur toutes celles dans lesquelles on compare un coefficient de self-induction à une capacité :

» 1° Elle permet l'emploi d'un galvanomètre quelconque, balistique ou non;

» 2° On peut employer *en toute rigueur et avec n'importe quelle vitesse de rotation*, le commutateur tournant (sécohmmètre) de MM. Ayrton et Perry, qui augmente énormément la sensibilité de la méthode.

» Ces deux avantages tiennent à ce qu'on s'arrange de façon que le courant dans l'appareil de zéro soit *nul à chaque instant*, tandis que dans les méthodes genre Pirani, c'est seulement la quantité d'électricité qui traverse le balistique pendant *une décharge complète* qu'on peut rendre nulle.

» On peut aussi employer le courant alternatif, l'appareil de zéro pourra alors être un téléphone.

» *Application :* On a mesuré le même coefficient de self-induction avec et sans sécohmmètre et l'on a trouvé :

» 1° Sans sécohmmètre :

$r_3 = 0^{\omega},28$, $C = 7,5$ microf., (i_1) rég. perm. $= 4^{amp}$, $x = 730^{\omega}$ à 20^{ω} près,
$r_j = 10\,380^{\omega}$; $r_4 = 15\,490^{\omega}$,

d'où

$$L = 0,00\,255 \text{ henry à 3 pour 100 près.}$$

» 2° Avec secohmmètre :

$$x = 745^{\omega} \text{ à } 1^{\omega} \text{ près en plus ou en moins,}$$

d'où

$$L = 0{,}002\,600 \text{ henry à moins de } 0{,}2 \text{ pour } 100 \text{ près. »}$$

PHYSIQUE. — *Des phénomènes qui accompagnent la contemplation à la chambre noire de surfaces faiblement éclairées par certaines lumières spéciales. Cas des taches de sulfure phosphorescent. Effet des anesthésiques.* Note de M. **F.-P. Le Roux**, présentée par M. Becquerel.

« En répétant certaines expériences relatives aux effets dits *des rayons N*, j'ai été amené à reconnaître que dans des cas déterminés la contemplation d'une surface douée d'une illumination sensiblement constante peut la faire apparaître comme douée d'une illumination variable, sans qu'on puisse invoquer d'autre cause de cette apparence que le fonctionnement même de l'organe et de ses annexes qui sont ici les parties du cerveau affectées aux perceptions visuelles. Ce sont donc là des phénomènes purement subjectifs ; leur étude intéresse la théorie des perceptions visuelles et, au point de vue pratique, elle doit mettre les observateurs en garde contre des interprétations erronées. Voici les expériences que j'ai réalisées.

» Dans la partie centrale d'un écran noir, on fait, avec une bouillie de sulfure phosphorescent et de collodion, une tache de 2^{cm} ou 3^{cm} de diamètre. Il est bon que les bords soient irréguliers et l'épaisseur de la couche très inégale. On s'assied devant une table en s'y accoudant de manière à pouvoir conserver une position fixe ; devant soi on place sur la table l'écran maintenu sensiblement vertical, à une bonne distance de vision distincte, de manière à le regarder à peu près normalement.

» Les choses étant ainsi disposées dans la chambre noire et la tache ayant été excitée par la lumière diffuse du jour, on la contemple avec un seul œil, en masquant l'œil inactif avec la main ou autrement, mais sans exercer sur lui aucune pression.

» Le plus souvent, avant la fin de la première demi-minute de contemplation, l'illumination de la tache commence à diminuer ; généralement, la diminution va en s'accélérant jusqu'à un état à peu près stationnaire variable avec l'observateur.

» Le plus souvent, il arrive un moment où des nuages obscurs semblent passer sur la tache, surtout là où la matière phosphorescente a une moindre épaisseur. Pour d'autres observateurs, la diminution d'illumination devient oscillante, en passant quelquefois par l'extinction. En même temps, les contours de la tache sont devenus flous, et son diamètre apparent a diminué.

» Or, à quelque période du phénomène que l'on se trouve, on peut faire réapparaître presque instantanément l'aspect initial.

» Il suffit pour cela de rendre, pendant un instant, à l'œil qui observe ou même

seulement à l'autre, le contact de la lumière blanche, même très atténuée. Il peut suffire de la sensation de la lumière blanche subjective, telle que celle des phosphènes ou de l'illumination qui résulte de pressions, chocs ou mouvements plus ou moins brusques du globe de l'œil; en toussant ou émettant des sons plus ou moins violents, on peut réaliser plus ou moins complètement le même effet.

» Ces phénomènes se ramènent à des principes généraux relatifs aux sensations et à leurs perceptions. Une partie de leur mécanisme est de nature psychique. L'illusion sur le diamètre apparent est identique au même effet observé à propos de la Lune.

» De la contemplation monoculaire on passe à la contemplation binoculaire, avec cette circonstance que les modifications physiques qui peuvent être subies par chaque œil restent individuelles, tandis que les perceptions se composent psychiquement. C'est ainsi qu'à quelque période de l'excitation que se fasse la superposition des effets monoculaires, la résultante est une illumination qui paraît bien plus grande que la somme des illuminations perçues par chaque œil fonctionnant isolément. C'est un effet analogue à celui que j'ai signalé autrefois à l'occasion des sensations binauriculaires (¹).

» *Effets des anesthésiques.* — L'installation décrite ci-dessus permet de faire à ce sujet quelques constatations intéressantes.

» On remarquera tout d'abord que si l'on prend une tache constituée par une pâte toute fraîche de sulfure et de collodion, avec excès de collodion, quoique celui-ci contienne une forte proportion d'éther, cette tache paraît bien sensiblement s'illuminer, surtout lorsqu'elle est sèche.

» Mais l'*expérience capitale* est celle-ci : on regarde une tache phosphorescente avec un seul œil et tenant un flacon de collodion bouché avec le doigt on l'approche de la narine située du côté de l'œil qui observe; si, soulevant alors un instant le doigt, on fait une seule inhalation de la vapeur qui s'échappe du flacon, on voit instantanément l'illumination, très fortement amoindrie. Dans les mêmes conditions, le chloroforme peut procurer l'extinction totale.

» Il est évident *a priori* que dans cette circonstance l'effet de l'anesthésique n'a pas été de faire varier l'émission de lumière par la tache; mais on peut le vérifier, car si l'on ferme l'œil anesthésié et qu'on regarde la tache avec celui qui ne l'est pas on retrouve l'illumination initiale.

» Dans les mêmes circonstances, l'inhalation de menthol ne m'a pas paru avoir d'effet.

» L'alcool a une action contraire à celle du chloroforme ou de l'éther.

(¹) *Sur les perceptions binauriculaires* (*Comptes rendus*, t. LXXX, 1875, p. 1073).

» A cause de sa moindre tension de vapeur il faut procéder un peu autrement à l'inhalation : on mouille d'alcool le bout du doigt et on l'introduit dans la narine située du côté de l'œil utilisé pour la contemplation.

» L'effet d'augmentation m'a paru être presque aussi fort que celui qui résulterait de l'emploi des deux yeux.

» La recherche du mécanisme de ces effets demanderait une longue étude. Une observation sommaire m'a montré que la variabilité d'ouverture de la pupille peut avoir une part dans l'effet, mais qu'elle est loin d'être prépondérante.

» Les effets des agents précités ne se dissipent que petit à petit. Ils sont souvent encore sensibles au bout de 30 minutes.

» Enfin, les effets peuvent ne pas se produire avec la même intensité sur les deux yeux. Pour moi, l'œil gauche paraît y être un peu moins sensible; il est vrai que j'ai toujours la narine de ce côté plus ou moins obstruée. »

PHYSIQUE. — *Sur l'anesthésie des métaux.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Henri Becquerel.

« J'ai montré, dans une Note récente [1], qu'il était vraisemblable d'attribuer l'origine des rayons Blondlot à des vibrations moléculaires qui se produiraient lorsque les molécules des corps seraient déplacées d'une position de stabilité. Dans un même corps, les molécules donneraient naissance soit à des rayons N, soit à des rayons N_1, suivant qu'elles seraient soumises à une compression ou à une extension. De plus, j'ai été conduit à cette conclusion que les rayons N et N_1 se comportent comme s'ils possédaient la propriété de transmettre, sur une surface susceptible de les emmagasiner, l'effet mécanique qui leur a donné naissance.

» Les rayons Blondlot paraissent ainsi jouir de propriétés inconnues jusqu'à présent pour tout autre rayonnement, et j'ai été amené à rechercher si leur transmission par certains corps n'était pas souvent plus complexe que celle de la lumière par les corps transparents. En particulier, je me suis proposé d'examiner si les substances transparentes pour les rayons N et N_1 ne prenaient pas elles-mêmes, dans un grand nombre de cas, sous l'action du rayonnement, un mouvement vibratoire les transfor-

(1) *Comptes rendus,* 30 mai 1904.

mant en sources secondaires et si cet emmagasinement n'était pas nécessaire pour que la propagation des rayons s'effectuât à l'intérieur de ces corps : j'ai pensé que l'action des anesthésiques qui, comme on le sait, suspendent l'émission des sources de rayons Blondlot, pourrait donner des résultats intéressants pour l'étude de cette question.

» Au sujet de l'action des anesthésiques, on peut rappeler que M. J. C. Bose a montré que certains poisons, et en particulier les anesthésiques, diminuent la « réponse électrique de la matière », c'est-à-dire le retour à l'équilibre après une excitation et, suivant l'expression de ce physicien, les poisons pourraient « ou bien augmenter la viscosité, ou diminuer l'élasti- » cité (1) ». S'il en est ainsi, on conçoit que la matière ne puisse plus prendre les mouvements vibratoires extrêmement rapides qui donneraient naissance aux rayons N.

» Quelle que soit la part de vérité contenue dans les hypothèses que je viens de développer, ces idées m'ont conduit à établir que, lorsque la surface d'un métal traversé par les rayons N ou N_1 est soumise à l'action du chloroforme ou de l'éther, *dont les vapeurs sont transparentes pour le rayonnement,* ces rayons ne peuvent plus ni pénétrer, ni sortir par la face anesthésiée, tout au moins sans perdre leur propriété si singulière d'agir différemment suivant la nature de l'effet mécanique qui leur a donné naissance.

» Je me suis servi du dispositif employé dans les premières expériences relatives à l'action des anesthésiques sur les sources de rayons N (2). Une substance radiante était placée dans un flacon au-dessous de la base d'un cône en aluminium ou en cuivre traversant le bouchon, destiné à concentrer les rayons à son sommet. Un courant d'air chargé ou non de vapeurs de chloroforme ou d'éther pouvait être envoyé dans le flacon.

» Dans les expériences précitées j'avais eu soin de protéger le cône métallique contre une action possible de l'anesthésique par une couche de collodion, et, afin que la source de rayons N soit bien entièrement pénétrée par les vapeurs, on l'employait pulvérisée et l'on attendait que le collodion soit presque sec pour déposer la substance sur la base du cône.

» Si maintenant on laisse les vapeurs de l'anesthésique atteindre la base du cône métallique, on constate que, quelle que soit l'enveloppe transparente pour les rayons

---

(1) JAGADIS SCHUNDER BOSE, *De la généralité des phénomènes moléculaires produits par l'électricité sur la matière inorganique et sur la matière vivante*. (*Rapports présentés au Congrès international de Physique de Paris en* 1900, t. III, p. 585. — *Journ. de Phys.*, 4e série, t. I, p. 481.)

(2) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 9 mai 1904.

au moyen de laquelle on protège la source contre l'action de l'anesthésique, un écran détecteur de sulfure de calcium ne révèle plus les rayons Blondlot (N ou N_1) à la pointe du cône. Mais, si l'on protège la base du cône par une lame de verre mince, l'action sur le sulfure persiste malgré le chloroforme lorsque la source est enfermée dans une boîte de verre, de bois, de carton; au contraire cette action cesse lorsque la source est protégée par une enveloppe métallique en aluminium ou en cuivre.

» On doit conclure de ces expériences que l'aluminium et le cuivre perdent leur transparence pour les rayons N quand la surface qui reçoit le rayonnement (base du cône) ou quand la surface de sortie des rayons (boîte métallique protégeant la source) est soumise à l'action de l'anesthésique; le quartz paraît jouir de la même propriété. Au contraire, le verre, le bois, le carton laissent toujours passer le rayonnement.

» Dès lors, un métal émettant des rayons dans toute sa masse, tel que l'acier, le cuivre comprimé ou étiré, le plomb longuement insolé, a son rayonnement suspendu par l'action de l'anesthésique agissant *seulement sur sa surface*, tandis que le bois comprimé, les larmes bataviques ne semblent pas sensibles à l'action du chloroforme et de l'éther parce que l'anesthésie de la surface ne pourrait arrêter que les rayons émis par la surface, et non ceux qui ont pris naissance au sein de la substance. Tous ces faits s'observent aisément à condition de protéger la base du cône métallique par une enveloppe de verre mince ou de carton.

» Ces résultats mettent en évidence la complexité du phénomène de la transmission des rayons Blondlot par les métaux. Les analogies, très grandes il est vrai, entre la transparence des métaux pour les rayons N et celle de la lumière pour le verre (réfraction, transmission par fils) ne semblent pas rendre compte de tous les phénomènes, en particulier des retards observés dans la transmission par les métaux et des phénomènes qui font l'objet de la présente Note.

» Pour expliquer ces faits, on pourrait envisager dans les rayons N deux éléments : un mouvement ondulatoire semblable aux ondes lumineuses, qui se propagerait dans l'aluminium avec une vitesse comparable à celle de la lumière dans le verre, puisque les indices de réfraction sont du même ordre de grandeur; et un autre mode d'énergie, ne se propageant que lentement, et dont la transmission serait arrêtée à la surface des métaux anesthésiés. Je poursuis actuellement des expériences analogues à celles que je viens de décrire, en employant comme détecteur une étincelle électrique, et les expériences faites jusqu'à présent me donnent quelques raisons de penser que, peut-être dans les métaux anesthésiés, la perturbation

de l'éther se propagerait toujours, mais alors elle ne serait plus capable de produire un rayonnement secondaire et de se caractériser comme rayon N ou comme rayon N_1 suivant son origine et, par conséquent, le mode habituel d'observation au moyen du sulfure ne la révélerait plus. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Méthode pour l'enregistrement continu de l'état d'ionisation des gaz. Ionographe.* Note de M. **Ch. Nordmann**, présentée par M. Lœwy.

« Les divers procédés employés jusqu'à ce jour pour l'étude de l'ionisation et de la radioactivité comportent des modes opératoires assez longs et compliqués qu'il faut renouveler à chaque nouvelle mesure et qui nécessitent chaque fois l'intervention de l'opérateur ; ils ne se prêtent pas à un enregistrement et les mesures, outre que chacune d'elles prend un certain temps, sont forcément discontinues (¹).

» La méthode que je vais décrire paraît éviter ces inconvénients ; elle réalise, en quelque sorte, automatiquement les mesures, et se prête à la fois à l'enregistrement photographique et continu, et à des lectures directes et immédiates à un moment quelconque, et sans l'intervention d'aucun mode opératoire, l'appareil une fois réglé.

« I. Le gaz étudié se trouve entre les armatures d'un condensateur; l'une *a* est portée à un potentiel suffisant pour produire entre les armatures le courant de saturation; l'autre *b* est reliée d'une part à l'électromètre, d'autre part à la terre par l'intermédiaire d'une résistance très grande R (dont la valeur sera déterminée ci-dessous); sous l'influence du champ produit dans le gaz entre les armatures, *b* recueille par seconde une quantité d'électricité Q, caractéristique du nombre *n* des ions produits par seconde au sein de ce gaz. Soient C la capacité et E le potentiel de *b* et de ses connexions électrométriques; les quadrants de l'électromètre étant séparés au temps zéro, la charge CE de *b* au bout du temps *t* sera évidemment égale à Q*t* moins la quantité d'électricité perdue au sol à travers la résistance R. On peut donc écrire

$$CE = Qt - \int \frac{E}{R};$$

(¹) Seul le quartz piézoélectrique de M. Curie permettait d'échapper jusqu'ici à cette discontinuité dans les mesures; mais il exige l'intervention constante de l'opérateur et ne se prête pas à l'enregistrement automatique.

l'intégration de cette équation conduit à l'expression

$$E = QR\left(1 - e^{-\frac{t}{CR}}\right). \tag{1}$$

» Si alors le nombre n des ions produits au sein du gaz devient n', la quantité d'électricité recueillie par b devenant Q', il est facile de voir qu'on aura au bout d'un nouveau temps t

$$E' = Q'R\left[1 - \frac{Q' - Q}{Q'} e^{-\frac{t}{RC}}\right]. \tag{2}$$

» On peut par un choix convenable des constantes de l'appareil (nous en verrons ci-dessous un exemple) rendre très petite la partie exponentielle des expressions (1) et (2), de sorte que, pratiquement, au bout d'un temps inappréciable, E et E' peuvent être considérés comme égaux respectivement à QR et Q'R.

» Autrement dit, à chaque instant la lecture de l'électromètre (que l'on peut soit suivre sur une échelle divisée, soit recueillir sur un papier sensible entraîné uniformément par un mouvement d'horlogerie) est un nombre proportionnel au nombre des ions produits dans le gaz étudié. La connaissance de la constante R permettra de graduer la feuille de l'enregistreur en « nombre d'ions par centimètres cubes » (¹).

» II. Il est facile d'interpréter objectivement la formule $E = QR$ (qui correspond à une valeur de t rendant négligeable $e^{-\frac{t}{RC}}$) : il est évident en effet que le potentiel de b, supposé par exemple nul au début, doit augmenter par suite de l'apport continuel des ions jusqu'au moment où il reste stationnaire, la quantité Q apportée par les ions en 1 seconde étant alors égale à l'intensité du courant qui va du sol à travers la résistance R; on aura alors $\frac{E}{R} = Q$ ou $E = QR$, ce qui est bien l'expression ci-dessus.

» III. La sensibilité de l'appareil est, comme il ressort des expressions ci-dessus, proportionnelle à R, pour une valeur donnée de l'ionisation. Mais, d'autre part, on ne peut pas trop augmenter R, car la partie exponentielle de E et E' croît rapidement avec R et avec elle le léger retard des indications de l'appareil sur le phénomène; ce retard doit être négligeable

(¹) Il est naturellement indispensable d'employer un électromètre à zéro fixe; il sera bon de vérifier de temps en temps la position de ce zéro.

à côté de la vitesse avec laquelle varie la quantité Q. Il sera d'ailleurs d'autant plus petit pour une sensibilité donnée que Q sera plus grand.

» Il convient donc de déterminer la valeur la plus convenable des constantes R et C selon la nature des phénomènes étudiés et l'objet particulier de chaque expérience.

» Je vais en donner un exemple :

» *Application aux ionisations intenses telles que celles produites par le radium et les rayons* X. — Pour les ionisations très intenses et avec les appareils de dimensions moyennes utilisés ordinairement pour leur étude, Q est de l'ordre 10^{-8} coulomb par seconde, c'est-à-dire 10^{-8} ampère.

» Supposons que l'électromètre employé donne 500 divisions pour 1 volt et qu'on veuille apprécier des variations de $\frac{1}{100}$; comme on peut estimer facilement la demi-division, on déduit de la formule (1) qu'il faudra prendre

$$R \geqq 10^7 \text{ ohms}.$$

» Supposons qu'on prenne $R = 10^7$ ohms; le temps t au bout duquel $E = QR$ à $\frac{1}{100}$ près est donné par $\frac{t}{RC} \geqq \frac{\log 100}{\log e}$.

» Ce temps sera donc plus petit que $\frac{1}{2}$ seconde par exemple à condition de prendre C inférieur à 10^{-2} microfarad environ, ce qui est parfaitement réalisable dans la pratique. Les capacités auxquelles on a affaire ordinairement dans les expériences de radioactivité étant bien inférieures à 10^{-2} microfarad, il s'ensuit que ce temps t sera inférieur d'autant à $\frac{1}{2}$ seconde; on voit qu'ainsi l'appareil enregistre d'une manière pour ainsi dire immédiate les états d'ionisation variables du gaz étudié.

» Quant à $R = 10^7$ ohms, je rappelle qu'on construit facilement des résistances très constantes de cet ordre, comme l'ont montré successivement Hittorf, M. Warburg et M. Max Reich, en employant une solution d'iodure de cadmium dans l'alcool amylique dans un tube à électrodes de cadmium.

» Cette méthode paraît de nature à être utilisée pour les recherches les plus variées relatives à l'ionisation et à la radioactivité; et peut-être, en raison des avantages énumérés au début de cette Note, pourra-t-elle y rendre quelques services.

» Il sera, je crois, commode de donner aux appareils construits suivant le principe que je viens d'exposer le nom d'*Ionographes*, qui caractérise, semble-t-il, clairement leur objet.

» Dans une prochaine Communication j'étudierai plus particulièrement l'application de cette méthode à l'enregistrement continu de l'ionisation atmosphérique. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Influence de la fréquence dans l'électrolyse par courant alternatif.* Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. Henri Moissan.

« De la Rive, qui fit les premières recherches sur l'électrolyse par courant alternatif, observa que la quantité de produits formés aux électrodes diminuait rapidement lorsque l'on augmentait la fréquence. Ce point fut confirmé depuis par tous ceux qui se sont occupés de cette question.

» Au cours de l'étude que nous avons entreprise sur ce même sujet nous avons observé un certain nombre de faits qui nous ont engagés à étudier l'action de la fréquence dans quelques cas particuliers.

» Dans une Note précédente, nous avons fait remarquer que le fer et le platine (nous avons ajouté par erreur le cobalt), pratiquement insolubles comme anodes en présence de cyanure de potassium, devaient, s'ils entraient en solution sous l'iufluence d'une série de courants alternativement positifs et négatifs, présenter un maximum de dissolution pour une fréquence déterminée.

» Nous avons constaté l'exactitude de cette hypothèse dans le cas du courant sinusoïdal.

» Nous nous sommes servis, pour effectuer la présente série de recherches, d'une commutatrice à excitation séparée dont nous faisions varier la vitesse en agissant sur la tension aux bornes de l'induit. Nous avons pu disposer ainsi de courants dont la fréquence était comprise entre sept et cent périodes par seconde.

» Ces expériences furent faites dans des conditions identiques, en utilisant des tiges de différents métaux, avec une intensité de 1 ampère correspondant à une densité de courant de 20 ampères par décimètre carré environ.

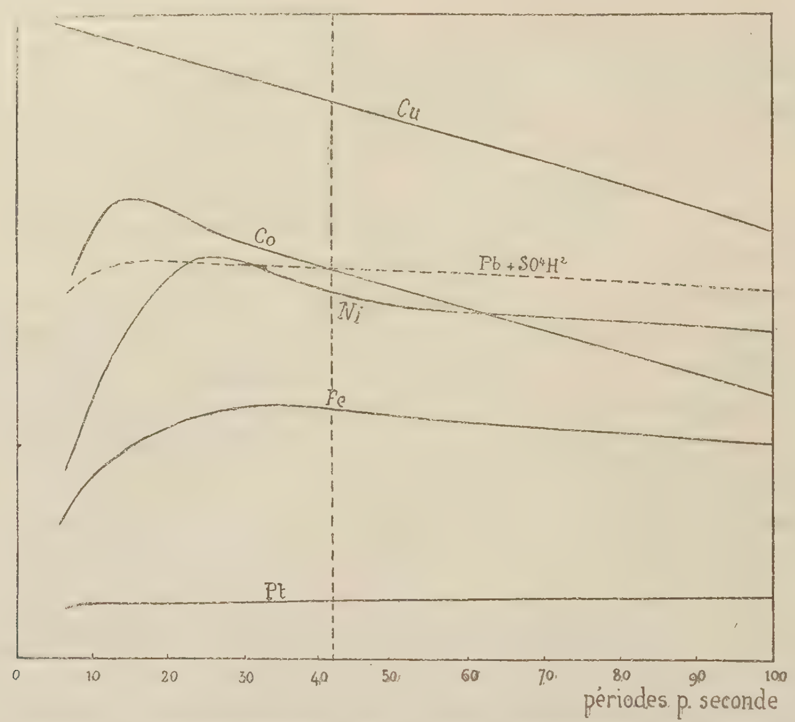
» Pour la comparaison facile des résultats, nous les avons réunis sur les courbes ci-après. Les ordonnées représentent le rapport du poids de métal dissous pendant l'unité de temps à son équivalent électrochimique; les abscisses donnent la fréquence en périodes par seconde.

» La courbe relative au cuivre montre que ce métal se dissout d'autant moins, dans une solution de cyanure de potassium, à quatre molécules-grammes par litre, que la fréquence est plus élevée.

» Cette réaction correspond donc à ce que l'on avait observé jusqu'à présent. Mais tous les métaux n'agissent pas de la même façon.

» Le fer donne une courbe présentant un maximum très net.

» Le platine fournit également des résultats intéressants. Sa solubilité spontanée dans le cyanure de potassium fut indiquée par Sainte-Claire Deville et Debray. Elle est insignifiante avec le métal en lame et ne se produit en tous cas qu'à la température de l'ébullition. La solubilité sous l'influence du courant alternatif que nous avons étudiée récemment est au contraire très importante. Le fait avait été signalé antérieurement par Ruer (¹).



Dissolution de certains métaux dans le cyanure de potassium, sous l'action du courant alternatif. Effet de la fréquence.

» La courbe relative au platine montre que, dans la limite de nos expériences, la dissolution de ce métal augmente d'une façon régulière au fur et à mesure que l'on élève la fréquence.

» Les courbes du nickel et du cobalt passent par un maximum très net.

» Nous avons étudié comparativement l'action de l'acide sulfurique sur le plomb; dans les conditions de nos expériences l'effet de la fréquence est à peu près insensible.

» *Conclusions.* — Il était admis jusqu'à présent que, dans l'électrolyse par courant alternatif, la fréquence avait une action capitale sur les réactions mises en jeu et que la quantité de produits formés aux électrodes

---

(¹) *Z. phys. Chem.*, t. XLIV, p. 81.

décroissait rapidement au fur et à mesure que cette fréquence s'élevait.

» Nous établissons par la présente série de recherches que cette remarque n'est pas générale et que, fait assez inattendu, la fréquence n'a qu'une action faible dans le cas, précisément, de réactions particulières au courant alternatif, telles que la dissolution du fer et du platine dans le cyanure de potassium et celle du plomb dans l'acide sulfurique.

» Avec le nickel et le cobalt la fréquence agit d'une façon toute particulière en contradiction avec ce que l'on avait admis jusqu'ici.

» Il résulte enfin de nos observations que le courant alternatif paraît jouir de propriétés électrolytiques spéciales toutes différentes de celles du courant continu. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'emploi des rayons N en Chimie.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. H. Becquerel.

« Au point de vue des radiations Blondlot, l'action des alcalis sur les sulfates métalliques diffère de l'action des sulfates sur les alcalis, et aux deux modes d'émission correspondent deux ordres de phénomènes chimiques (*Comptes rendus*, 1904, p. 902).

» S'il existe réellement une corrélation de ce genre entre la Physique et la Chimie, les radiations doivent s'identifier quand les phénomènes chimiques se confondent. Pour obtenir l'identification des réactions chimiques j'ai tenté de décomposer le sulfate de zinc par une base plus énergique que la potasse : la baryte, capable de décomposer totalement les sulfates dissous, m'a paru d'autant mieux indiquée que, en dissolution, elle sature la molécule sulfurique avec un dégagement de $36^{Cal},8$, tandis que la potasse, pour produire le même effet, ne dégage que $31^{Cal},4$.

» J'ai donc examiné les radiations formées en saturant de l'eau de baryte par du sulfate de zinc. En mélangeant à l'agitateur, j'ai constaté l'apparition de rayons N dans une série d'expériences, tandis qu'en saturant le sel métallique par de l'eau de baryte, dans des conditions identiques, je n'ai généralement rien constaté. L'examen physique semble donc en désaccord avec les prévisions de la Chimie. Cependant il paraît probable qu'à des manifestations physiques différentes, ou simplement irrégulières, doivent correspondre des réactions chimiques variables.

» En effet, quand on verse progressivement de l'eau de baryte dans une dissolution connue de sulfate de zinc, on constate que les réactifs colorés

(tournesol ou phtaléine) virent au moment précis où l'on a ajouté les trois quarts de la baryte nécessaire à la précipitation totale de l'acide renfermé dans le sulfate, quelle que soit la dilution des liqueurs. Non seulement ce résultat est identique à celui que m'a fourni l'action de la potasse sur le même sel, mais il est beaucoup plus net, surtout quand la température dépasse 25°. Cela tient sans doute à la grande résistance du précipité envers la baryte en excès; cette propriété explique encore les irrégularités constatées dans l'émission des rayons N.

» L'analyse pondérale confirme les résultats des titrages alcalimétriques; elle montre, en outre, que la composition du précipité est constante du commencement à la fin de la précipitation, pourvu que le sel métallique soit en excès. Par exemple, $14^{g},3$ de sulfate de zinc cristallisé ($\frac{1}{10}$ équiv.) formant une solution aqueuse de 400^{cm^3} ont été traités par le quart d'eau de baryte, nécessaire au déplacement total de l'acide sulfurique; ils ont donné un précipité qui, lavé et séché à 125°, pesait $3^{g},502$. Le liquide filtré, joint aux eaux de lavages, a reçu une nouvelle dose de baryte égale à la première; il a fourni un précipité qui, lavé et séché à 125°, pesait encore $3^{g},500$; enfin, une troisième dose égale de baryte a enlevé le reste du zinc dissous. Le précipité correspondant n'a pas été pesé; mais, comme il renfermait la même quantité de baryte que chacun des deux premiers, et comme il possédait une composition identique, son poids était certainement encore $3^{g},500$.

» Les mesures thermochimiques concordent aussi avec ces résultats. Rapporté à une molécule de baryte, le premier précipité a dégagé 18^{Cal}, le deuxième $17^{Cal},6$ et le troisième $17^{Cal},85$. Dans ces trois expériences, l'élévation de température a été assez faible; elle a varié de 0°,31 à 0°,45; de sorte que, en tenant compte des erreurs de lectures, les dégagements de chaleur peuvent être considérés comme identiques.

» Remarquons que le déplacement normal de l'oxyde de zinc par le baryte, conforme à l'équation

$$SO^4Zn + Ba(OH)^2 = SO^4Ba + Zn(OH)^2,$$

dégagerait $13^{Cal},4$ et non pas $17^{Cal},8$, comme ci-dessus.

» Donc les corrélations entre la Physique et la Chimie subsistent : la thermochimie, comme le dosage volumétrique, comme l'analyse pondérale, indique qu'il ne se forme pas d'oxyde de zinc quand on ajoute de l'eau de baryte aux dissolutions de sulfate de zinc, et que le précipité formé possède une composition constante qui, d'après l'analyse du corps séché à 125°, correspond aux proportions $4ZnSO^4 + 3Ba(OH)^2$.

» Si l'on admet que toute la baryte se dépose à l'état de sulfate, la réaction s'exprime par l'équation

$$4ZnSO^4 + 3Ba(OH)^2 = 3SO^4Ba + SO^4\begin{cases} Zn - O - Zn - OH \\ Zn - O - Zn - OH \end{cases} + 2H^2O.$$

» Au contraire, quand on ajoute le sulfate de zinc à l'eau de baryte, on arrive à précipiter la totalité de l'acide sulfurique pourvu que l'on opère lentement.

» J'ai vérifié à l'aide des réactifs colorés que l'addition d'eau de baryte au sulfate

cuivrique en solution étendue donne un composé de forme

$$SO^4\left\langle\begin{matrix}Cu-O-Cu-O\\Cu-O-Cu-O\end{matrix}\right\rangle Cu$$

analogue à celui que fournit la potasse, tandis que l'addition de sulfate cuivrique à la baryte provoque la saturation totale de l'acide sulfurique par cette base.

» En résumé, comme l'examen des radiations Blondlot le faisait prévoir, il y a deux ordres de phénomènes chimiques selon que la baryte agit sur les sulfates métalliques ou selon que les sulfates réagissent sur la baryte, en solution aqueuse et à la température ordinaire. Il nous reste à étudier plus à fond les réactions chimiques sommairement indiquées dans ce travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction de l'alcool o-nitrobenzylique. Remarques générales sur la formation des dérivés indazyliques.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

« Les anomalies que l'on observe lors de la réduction alcaline des dérivés nitrés orthosubstitués [1] se révèlent d'une façon tout à fait nette dans le cas de l'alcool *o*-nitrobenzylique. J'ai montré en effet [2] que ce dernier ne fournit pas d'azoïque lorsqu'on le soumet à l'action de la poudre de zinc en présence de soude alcoolique.

» L'étude des azoïques à fonction alcool orthosubstituée [3] m'a permis d'expliquer très simplement ce fait; c'est ce que je vais montrer brièvement après avoir rappelé les résultats obtenus précédemment, résultats qui ont été partiellement modifiés par de nouvelles recherches.

» Les produits qui prennent naissance en petite quantité dans la réduction de l'alcool *o*-nitrobenzylique sont : 1° des traces d'*anthranile* reconnaissable à son odeur; 2° de l'*aldéhyde o-aminobenzoïque* (hydrazone fusible à 222°); 3° de l'*alcool o-aminobenzylique* (fusible à 81°-82°); 4° du *phénylindazol* (caractérisé par son point de fusion et son chloroplatinate); 5° un corps neutre, jaune, de formule $C^{14}H^8Az^2O^2$, fusible vers 294°, dont la nature n'a pas été déterminée; 6° un acide rouge qui n'a été isolé qu'une seule fois et qui possède vraisemblablement la formule

$$(2)\quad CH^2OH.C^6H^4.Az=Az.C^6H^4.CO^2H\quad(2').$$

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 521; t. CXXXVIII, p. 289.

(2) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 370.

(3) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1136; t. CXXXVIII, p. 1276.

» Quant aux produits principaux de la réduction, ce sont : 1° l'*alcool indazyl-o-benzylique* (¹) (environ 16 pour 100), que j'avais considéré autrefois comme un produit de polymérisation de l'aldéhyde *o*-aminobenzoïque; 2° l'*acide indazyl-o-benzoïque* (environ 15 pour 100); 3° l'*acide anthranilique* (environ 21 pour 100); 4° des résines.

» La formation de l'alcool *o*-aminé et celle de l'aldéhyde et de l'acide anthraniliques résultent d'une réduction complète du groupement nitré, cette réduction s'effectuant en partie aux dépens du groupement alcool voisin qui est transformé simultanément en fonction aldéhydique ou acide. La présence de l'anthranile se comprend fort bien si l'on considère ce dernier comme un anhydride interne de l'aldéhyde *o*-hydroxylaminobenzoïque, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH\\ |\\ Az\end{matrix}\right\rangle O$; elle devient inexplicable si l'on conserve l'ancienne formule amidique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\ |\\ AzH\end{matrix}\right.$.

» Quant au phénylindazol, auquel j'avais assigné autrefois à tort la formule et la constitution d'une bis-benzylidène-aniline, et qui ne se rencontre d'ailleurs qu'à l'état de traces, il se forme lors de la distillation des produits neutres, grâce à une oxydation partielle et à une décomposition ultérieure de l'alcool indazylbenzylique. L'acide anthranilique peut avoir pris naissance, soit comme il est dit plus haut, soit par hydrolyse de l'anthranile. Enfin, l'alcool indazylbenzylique et l'acide indazylbenzoïque résultent de la déshydratation des azoïques correspondants qui sont instables dans les conditions dans lesquelles la réduction a été faite (²).

» On voit donc que la réduction de l'alcool *o*-nitrobenzylique s'effectue normalement et selon les règles établies pour les dérivés nitrés orthosubstitués (formation d'hdroxylamines, puis d'azoïques et de dérivés aminés). Toutefois, la réaction est compliquée, d'abord par l'oxydation partielle ou totale du groupement alcool, et ensuite par l'instabilité des azoïques à fonction alcool qui se transforment plus ou moins rapidement en indazols.

» La formation des dérivés indazyliques est d'ailleurs loin d'être limitée

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1276.

(²) Je ferai remarquer qu'on ne rencontre parmi ces produits ni acide azobenzoïque, ni acide azoxybenzoïque; ce fait est en contradiction avec une expérience ancienne de M. Jaffé (*Hoppe-Seyler's Zeitschrift*, t. II, p. 55). Cet auteur aurait obtenu de l'*o*-nitrotoluène et de l'acide *o*-azoxybenzoïque en chauffant l'alcool *o*-nitrobenzylique avec de la potasse aqueuse. Or j'ai constaté que le prétendu nitrotoluène était un mélange d'aldéhydes *o*-aminobenzoïque et *o*-nitrobenzoïque; quant à l'acide azoxybenzoïque, il n'a pu être caractérisé, mais, par contre, j'ai retrouvé de l'acide anthranilique et une quantité assez forte du corps neutre $C^{14}H^8Az^2O^2$ mentionné plus haut.

Il n'y a donc pas de différence essentielle entre l'action de la soude aqueuse et celle de la soude alcoolique, sauf en ce qui concerne la formation des azoïques qui résultent de la déshydratation des hydroxylamines par la soude alcoolique.

à cette dernière réaction. J'ai montré déjà que les éthers-oxydes *o*-azobenzyliques ([1]) se décomposaient à la distillation en alcool et en éthers-oxydes indazyliques.

» L'*acétate de l'alcool indazyl-o-benzylique* (aiguilles rouges fusibles à 39°-40°) se dédouble également à la distillation en phénylindazol et en acide acétique :

$$C_6H_4 \begin{cases} Az = Az - C_6H_5 \\ CH^2\,O\,CO\,CH^3 \end{cases} = CH^3CO^2H + C_6H_4 \begin{cases} Az \\ | \\ CH \end{cases} \!\!> Az - C_6H_5$$

» J'ai montré, d'autre part ([2]), que les aldéhydes à fonction hydrazoïque se déshydrataient avec la plus grande facilité pour donner naissance à des composés appartenant à la même série. Les cétones se comporteraient probablement de même; un phénomène analogue a d'ailleurs été signalé à propos de la réduction de l'*o*-diazo-acétophénone par le sulfite de soude ([3]).

» Cette tendance si marquée à la formation du noyau indazylique dans des conditions assez différentes donne lieu de penser que ce noyau pourrait faire partie intégrante de la molécule de composés naturels. Elle suscite aussi l'idée que les dérivés orthosubstitués et notamment les azoïques se trouvent dans un état d'équilibre instable dont les formules de constitution actuelles sont impuissantes à rendre compte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation des anilides.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

« Les amines primaires réagissent sur les combinaisons organo-magnésiennes (Meunier, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIX, p. 314) de la manière suivante :

$$R - AzH^2 + R' - Mg - I = R'H + R - AzH - Mg - I.$$

» Comme les dérivés magnésiens des carbures acétyléniques, qui prennent naissance par un mécanisme analogue, ont permis à M. Jotsitch de faire la synthèse d'acides et d'alcools acétyléniques, je me suis demandé

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 531.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 982.

([3]) E. Fischer, *Ann. Chem.*, t. CCXXVII.

s'il ne serait pas possible d'utiliser ces produits de substitution des amines pour introduire dans une molécule organique le groupement R — AzH.

» L'anhydride carbonique paraît être sans action sur les composés

$$R - AzH - Mg - I,$$

mais il n'en est pas de même des éthers-sels des acides monobasiques. La réaction, que j'ai étudiée avec les amines aromatiques primaires, fournit uniquement les anilides correspondantes.

» Elle est exprimée par les équations

$$\begin{matrix} R - AzH - Mg - I \\ R - AzH - Mg - I \end{matrix} + R' - COOR'' = Mg\begin{matrix} \diagup OR'' \\ \diagdown I \end{matrix} + R' - \begin{matrix} AzH - R \\ | \\ C \\ | \\ O - Mg - I \end{matrix} - AzH - R.$$

$$R' - \begin{matrix} AzH - R \\ | \\ C \\ | \\ O - Mg - I \end{matrix} - AzH - R + HCl = R - AzH^2 + Mg\begin{matrix} \diagup I \\ \diagdown Cl \end{matrix} + R' - CO - AzH - R.$$

» Le composé R — AzH — Mg — I est obtenu, soit en ajoutant l'amine à une solution d'iodure de méthylmagnésium refroidie, soit en faisant réagir sur le magnésium, en présence d'oxyde d'éthyle, un mélange en proportions moléculaires d'iodure de méthyle et d'amine. On fait tomber dans la liqueur qui contient cet organo-magnésien soit en dissolution, soit en suspension, une demi-molécule de l'éther-sel sur lequel on veut opérer. Il se produit une réaction énergique, qui cesse au bout de quelques instants. Lorsque la masse est revenue à la température du laboratoire, on la traite par l'acide chlorhydrique étendu. L'éther qui surnage est lavé, décanté, puis évaporé. L'anilide reste; on la purifie par cristallisation dans un dissolvant approprié.

» Les résultats obtenus en appliquant cette méthode sont consignés dans le Tableau suivant :

Composés primitifs.		
Éthers-sels.	*Amines.*	Anilides obtenues.
Formiate d'amyle........	aniline	$HCO - AzH - C^6H^5$
»	β-naphtylamine	$HCO - AzH - C^{10}H^7\beta$
Acétate d'éthyle.........	aniline	$CH^3 - CO - AzH - C^6H^5$
»	paratoluidine	$CH^3 - CO - AzH - C^6H^4 - CH^3$ (1.4)
»	β-naphtylamine	$CH^3 - CO - AzH - C^{10}H^7\beta$
Propionate d'éthyle......	aniline	$CH^3 - CH^2 - CO - AzH - C^6H^5$
»	orthotoluidine	$CH^3 - CH^2 - CO - AzH - C^6H^4 - CH^3$ (1.2)
»	paratoluidine	$CH^3 - CH^2 - CO - AzH - C^6H^4 - CH^3$ (1.4)

Composés primitifs.		
Éthers-sels.	*Amines.*	Anilides obtenues.
Benzoate d'éthyle........	aniline	$C^6H^5 - CO - AzH - C^6H^5$
»	orthotoluidine	$C^6H^5 - CO - AzH - C^6H^4 - CH^3$ (1.2)
Salicylate de méthyle.....	aniline	$C^6H^4\begin{cases} OH \\ CO - AzH - C^6H^5 \end{cases}$
»	paratoluidine	$C^6H^4\begin{cases} OH \\ CO - AzH - C^6H^4 - CH^3 \text{ (1.4)} \end{cases}$

» Le rendement en anilide est sensiblement théorique. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les engrais humiques complets.* Note de **J. Dumont**, présentée par M. Müntz.

« La préparation rationnelle des engrais humiques complets, à base de tourbe, repose essentiellement sur la production des humates et des humophosphates solubles qui sont les composants actifs de la *matière noire* du fumier de ferme. Pour vaincre la passivité de l'humus tourbeux, l'inertie de l'azote, et pour rendre possible en même temps la formation des composés phospho-humiques, on peut utiliser avec succès l'*action dissolvante* qu'exercent les carbonates alcalins sur les matières organiques naturelles du sol, et le *pouvoir absorbant* que l'humus possède à l'égard de l'acide phosphorique ou des phosphates préalablement dissous.

» Conformément à ces données générales, l'engrais que j'ai expérimenté l'an dernier à la station agronomique de Grignon avait été préparé en traitant une terre noire très humifère (contenant 2 pour 100 d'azote) par une solution concentrée de potasse perlasse où j'avais fait dissoudre du phosphate d'alumine. Après dessiccation à l'étuve, il dosait pour 100 :

Matières solubles (humates)............	50,4
Matières insolubles diverses............	49,6
Azote organique total..................	1,6
Acide phosphorique total (en P^2O^5).....	2,9
Potasse totale (en K^2O)................	5,5

» La partie soluble contenait toute la potasse, les *trois cinquièmes* de l'azote (0,98) et les *quarante-six centièmes* de l'acide phosphorique (1,34). On voit que la richesse de l'engrais est incomparablement supérieure à celle des meilleurs fumiers : les principes fertilisants y revêtent-ils la même forme active? L'acide phosphorique est-il combiné aux composés organiques, en partie du moins, comme dans la matière noire? Pour le savoir, j'avais précipité les substances humiques : soit à l'état libre, par l'action des acides citrique et chlorhydrique, soit à l'état d'humates insolubles, par

double décomposition avec le sulfate d'alumine ou les chlorures de fer et de calcium. Après filtration et lavage, j'ai dosé l'acide phosphorique dans les différents précipités et dans les eaux résiduaires. Voici les résultats obtenus pour chacun des réactifs employés :

	Acide phosphorique (en P^2O^5) : entraîné par les divers précipités.	Acide phosphorique (en P^2O^5) : restant dans les eaux résiduaires.
	g	g
Acide citrique	0,877	0,463
Acide chlorhydrique	0,885	0,455
Chlorure ferrique	1,219	0,121
Sulfate d'aluminium	1,297	0,043
Chlorure de calcium	1,338	0,002

» Ces résultats sont particulièrements instructifs ; ils nous montrent que l'acide phosphorique suit l'humus comme s'il était combiné avec lui. Ainsi, le précipité d'acide humique en entraîne les *deux tiers*, même quand il se forme dans un milieu où les phosphates devraient rester dissous : c'est une preuve péremptoire de l'existence des *composés phopho-humiques*. Avec les réactifs salins, la séparation est encore plus complète : tout le phosphate est entraîné par l'humate de calcium ; les humates de fer et d'aluminium ont une action moindre, en raison, vraisemblablement, de leur plus grand degré d'acidité.

» A d'autres points de vue, l'engrais humique complet possède encore les qualités essentielles du fumier. Sous le rapport de la *capacité nitrifiante*, les essais comparatifs faits en sol argilo-calcaire et en sol granitique nous ont montré que l'azote de la partie soluble nitrifie aussi rapidement que celui du sang. Enfin, les expériences culturales donnent la preuve évidente de son efficacité, de sa grande puissance de fertilisation. Malgré l'époque tardive de l'épandage (23 mai), les résultats obtenus furent très satisfaisants; les voici d'ailleurs, rapportés à l'hectare, pour les principales cultures :

		Rendements et excédents à l'hectare. Rendements.	Rendements et excédents à l'hectare. Excédents.
		kg	kg
a. Luzerne (foin sec)	Sans engrais	4700	»
	Engrais chimiques (1)	5249	549
	Engrais humique (600kg)	5640	940
	Engrais humique (900kg)	6208	1508

(1) L'engrais chimique consistait en nitrate de soude (200kg) et superphosphate (300kg).

		Rendements et excédents à l'hectare.	
		Rendements.	Excédents.
		kg	kg
b. Betteraves à sucre	Sans engrais	18700	»
	Engrais humique (1000kg)	22500	3800
c. Pommes de terre	Sans engrais	25000	»
	Engrais humique (1000kg)	31800	6800
d. Blé Japhet (le grain seul)	Sans engrais	2300	»
	Engrais chimiques	2650	350
	Engrais humique (750kg)	2750	450

» Un autre essai a été fait sur des betteraves fourragères. J'ai obtenu les rendements suivants par hectare :

	Poids des racines.	Excédents.	Rapport des racines aux feuilles.
	kg	kg	
Témoin (sans engrais)	38 100	»	3,00
Engrais humique (400kg)	42 750	4650	3,28
Engrais humique (500kg)	44 000	5900	3,43
Engrais humique (1 000kg)	46 580	8480	3,47

» Ici, les suppléments de récolte varient de 11 à 22 pour 100. L'analyse des betteraves fumées et non fumées est intéressante :

	Composition des betteraves	
	avec engrais.	sans engrais.
Eau	87,12	87,74
Matière sèche	12,88	12,26
Cendres	0,92	0,53
Sucre	9,45	6,63
Non sucre	2,51	5,10

» Ainsi, par le seul emploi des engrais humiques, nous augmentons la richesse en sucre dans le rapport de 30 pour 100. L'engrais a-t-il agi par l'ensemble de ses principes fertilisants ou bien est-ce l'acide phosphorique seul qui intervient plus activement à cause de son état spécial. On ne saurait le dire présentement. Quoi qu'il en soit, ces premières recherches font ressortir, d'une façon manifeste, le rôle que peuvent jouer des engrais analogues au fumier de ferme, c'est-à-dire riches à la fois en humates alcalins et en composés phospho-humiques. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de la réaction provoquée par un ferment oxydant indirect (anaéroxydase).* Note de MM. E. **Bourquelot** et **L. Marchadier.**

« Dans un essai de classement des substances oxydantes que l'on peut rencontrer chez les êtres vivants, l'un de nous en a fait quatre groupes : *ozone, ozonides* (Schœnbein), *oxydases proprement dites* et *oxydases indirectes* [1]. Les plus intéressantes parmi ces substances sont celles qui possèdent les propriétés d'un ferment. Elles constituent les deux derniers groupes. Les *oxydases proprement dites* ou *aéroxydases* se distinguent en ce qu'elles prennent l'oxygène de l'air pour le fixer sur certains composés oxydables, tandis que les *oxydases indirectes* ou *anaéroxydases* ne peuvent être oxydantes qu'au contact de l'eau oxygénée ou d'autres peroxydes qu'elles décomposent, de telle sorte qu'une partie de l'oxygène qui se dégage se porte sur les composés oxydables.

» Dans ces derniers temps, on a étudié, d'un peu plus près qu'on ne l'avait fait antérieurement, l'action des oxydases proprement dites. C'est ainsi, par exemple, qu'on sait aujourd'hui comment elles agissent, non seulement sur le *pyrogallol* [2], mais encore sur la *morphine* [3] et la *vanilline* [4].

» Il nous a paru intéressant de rechercher, sur un composé donné, si la réaction provoquée par un ferment oxydant indirect est la même que celle qui est provoquée par une oxydase proprement dite.

» Pour étudier cette question, nous avons choisi : 1° comme composé oxydable, la *vanilline,* composé sur lequel la réaction de l'oxydase de la gomme est bien connue et dont le produit d'oxydation est facile à caractériser; 2° comme source de ferment, la *macération de gruau,* qui est, comme l'on sait, riche en anaéroxydase.

» Après nous être assuré que la vanilline est bien oxydée sous l'influence de l'eau oxygénée additionnée de macération de gruau, nous avons cherché, par tâtonnements, quelles étaient les conditions expérimentales les plus favorables à l'oxydation.

---

(1) Em. Bourquelot, *Société de Biologie,* 1897, p. 402 et 687.

(2) H. Struve, *Ann. d. Chem. und Pharm.,* t. CLXIII, 1872, p. 160.

(3) J. Bougault, *Journal de Pharm. et de Chim.,* [6], t. XVI, 1902, p. 49.

(4) R. Lerat, *Société de Biologie,* 1903, p. 1325, et *Journal de Pharm. et de Chim.,* [6], 1903, p. 628.

» Ces conditions, sur lesquelles nous ne pouvons insister ici, se trouvent remplies dans l'expérience suivante :

	cm³
Solution aqueuse de vanilline à 1 pour 100...............	25
Eau oxygénée à 12^{vol}, neutralisée par le carbonate de calcium.	10
Macération de gruau à 10 pour 100......................	100

» On mélange d'abord l'eau oxygénée à la solution de vanilline, puis on ajoute peu à peu la macération de gruau et l'on porte le tout dans une étuve à 30°-33°.

» En opérant ainsi, on obtient, en 24 heures, $0^g,175$ d'un produit cristallisé qui, dès l'abord, nous a paru être de la *déhydrodivanilline*. Pour l'étudier de plus près, nous en avons préparé une plus grande quantité en opérant sur 5^g de vanilline. Le produit d'oxydation obtenu a été dissous dans de la lessive de soude très étendue. On a filtré et ajouté au liquide filtré de l'acide acétique, ce qui a amené la précipitation du produit purifié.

» Celui-ci fondait vers 302°, exactement à la même température que de la déhydrodivanilline que nous avions préparée avec la vanilline et le perchlorure de fer, selon le procédé de Tiemann.

» Pour nous assurer définitivement de l'identité de ce produit, nous en avons préparé l'éther diméthylique. Cet éther, purifié par cristallisation dans l'alcool absolu, présentait toutes les propriétés de la *diméthyldéhydrodivanilline;* en particulier, il fondait à 136°, comme ce dernier composé.

» Il est donc ainsi établi que la réaction provoquée par un ferment oxydant indirect et l'eau oxygénée sur la vanilline est la même que celle qui est provoquée, en présence de l'air, par une oxydase proprement dite.

» On doit, d'ailleurs, admettre que l'action du premier de ces ferments ne réside pas dans une décomposition quelconque de l'eau oxygénée. Si, en effet, on emploie le bioxyde de manganèse comme agent décomposant, on ne constate aucune modification du produit oxydable. Il est vraisemblable que l'oxygène dégagé sous l'action du ferment se trouve, au moins en partie, au moment où il se dégage, dans un état moléculaire différent de celui qui est dégagé sous l'action du bioxyde.

» Enfin, quelques propriétés communes à l'oxydase indirecte et aux oxydases proprement dites paraissent relier entre eux ces agents d'oxydation. En particulier, la présence d'une assez forte proportion d'alcool (jusqu'à 50 pour 100) n'entrave pas sensiblement leur action. D'autre part, de faibles proportions d'acide cyanhydrique les paralysent (fait déjà observé par Schœnbein), et ils résistent à l'action de la chaleur plus longtemps que les ferments hydratants. Ce sont là des faits qui viennent à l'appui de l'hypothèse déjà énoncée, d'après laquelle les aéroxydases seraient un mélange de deux ferments. Pour nous, nous serions tentés d'y voir : 1° une sorte

d'*hydroxydase* susceptible, au contact de l'air, de transformer l'eau en eau oxygénée, ou de donner, avec certains corps, des peroxydes, et 2° une oxydase indirecte décomposant ces derniers avec production d'oxygène actif. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *L'étouffage des cocons par le froid artificiel.* Note de M. **J. de Loverdo**, présentée par M. Müntz.

« L'opération que l'industrie désigne sous le nom d'*étouffage* se propose la destruction de la chrysalide renfermée dans le cocon du ver à soie. On sait que, sans cette précaution, la chrysalide se transformerait en papillon, et celui-ci percerait le cocon et le rendrait impropre à la filature en rompant la continuité de la bave.

» Actuellement, on pratique l'étouffage par la chaleur. On se sert d'appareils spéciaux à air chaud ou à vapeur. Les étuves à air chaud présentent l'inconvénient d'altérer la bave par suite de l'humidité que communique le corps de la chrysalide en se désagrégeant. Les étouffoirs à vapeur ont le défaut de mouiller les cocons et d'augmenter le nombre des taches. En outre, si, par un manque de surveillance, on laisse trop cuire les cocons, on les rend duveteux et d'un dévidage difficile; on risque aussi de ne pas étouffer tous les cocons si la cuisson est insuffisante.

» Un procédé d'étouffage capable de tuer sûrement la chrysalide, sans tacher la soie, constituerait un progrès sensible.

» Nous inspirant des travaux de Cornalia sur les troubles que les basses températures provoquent aux fonctions vitales du ver à soie, nous avons pensé à substituer le froid à la chaleur pour l'opération de l'étouffage.

» Nos expériences ont porté sur une grande quantité de cocons, provenant d'une même chambrée, qui nous étaient parvenus le 24 juin 1903.

» Un premier lot témoin a été placé dans des conditions favorables d'éclosion: température, +22°; degré hygrométrique, 70 pour 100. Tous les papillons de ce lot sont sortis entre le 5 et le 7 juillet suivant. Les autres cocons ont été distribués dans quatre chambres distinctes d'un établissement frigorifique, tenues respectivement, et d'une façon constante, aux températures suivantes: la première à 0°, la deuxième à —2°, la troisième à —4°, la quatrième à —8°. On avait soin, tous les jours, de prélever une certaine quantité de cocons dans chacune de ces chambres et de les placer dans le local, favorable à l'éclosion, affecté au lot témoin.

» Ces essais, qui ont été poursuivis pendant 6 semaines, ont démontré qu'un séjour de 48 heures dans un milieu refroidi entre 0° et —8° ne paraît exercer d'autre influence qu'un retard de 4 à 5 jours dans l'éclosion de la chrysalide.

» Les troubles dans la vitalité ne se manifestent qu'après 4 jours d'action aux températures signalées. L'éclosion, qui est retardée dans ce cas de 8 jours environ, reste encore normale pour les deux tiers des cocons traités, mais elle devient pénible pour l'autre tiers. L'action du froid prolongée pendant 15 jours accentue ces troubles. Les papillons sont d'autant plus souffreteux que cette action a été plus longue. C'est plutôt par la durée que par l'intensité que le froid paraît agir entre 0° et — 8°.

» Au moment de l'éclosion, les insectes les plus atteints sécrètent leur liquide caractéristique qui tache le cocon sans le perforer et, par suite, ils subissent leur transformation en papillons dans l'intérieur même de leur cocon.

» Les moins atteints perforent leur coque, mais il y en a qui ne parviennent pas à s'en dégager : leur tête seule émerge, tandis que leur abdomen et leur thorax restent emprisonnés. D'autres arrivent à se débarrasser de leur cocon; mais leurs pattes, longues et minces, ont de la peine à les soutenir; leurs ailes, petites et froissées, paraissent avoir subi l'action du feu; ils ont le thorax et l'abdomen flasques et cessent tout mouvement au bout de quelques heures.

» Toutefois, même un froid de — 8°, pendant 15 jours consécutifs, n'empêche pas une petite proportion de cocons (10 pour 100 environ) de donner des papillons normaux et même vigoureux. Mais, à partir du vingt-cinquième jour et jusqu'à la fin de nos essais, nous n'avons plus constaté aucune éclosion. L'insecte, qui peut résister durant 15 jours à une température de — 8°, semble périr irrémédiablement en séjournant pendant 25 jours à 0° seulement ou 22 jours à — 8°.

» La chrysalide qui périt sous l'action du froid devient noire, mais elle ne tache pas les parois de son cocon, l'humidité de ses organes s'étant lentement évaporée; son volume est réduit et son poids varie de 0g,650 à 1g.

» Les cocons étouffés par le froid ne présentent aucun des inconvénients signalés dans l'étouffage par la chaleur. Dans le dévidage, ils se comportent d'une façon très satisfaisante. Tous ceux que nous avons étouffés par ce procédé ont été bien *détachés* et bien *abenés,* c'est-à-dire dévidés à fond, dans une filature de l'Ardèche.

» Il résulte de ces essais :

» 1° Que l'étouffage des cocons peut être obtenu aussi sûrement par l'action du froid que par celle de la chaleur, sous la condition de laisser séjourner la chrysalide, pendant près de 1 mois, à une température sèche, constante et inférieure à 0°.

» 2° Que les résultats obtenus entre 0° et — 8° sont sensiblement analogues, mais que, entre ces deux températures, il faut toujours donner la préférence à la plus basse.

» 3° Que l'étouffage par le froid présente l'avantage, sur les procédés usités, de ne demander aucune manutention et d'éviter complètement les déchets causés par l'imperfection des étouffoirs à air chaud et à vapeur.

» 4° Que l'étouffage par le froid pourrait avoir de l'intérêt pour le producteur. Le prix élevé et surtout la conduite délicate des étouffoirs actuels

obligent le séricículteur à porter ses cocons, au fur et à mesure de leur formation, à un industriel possédant un étouffoir. De ce fait, le vendeur se trouve lié à l'acheteur avant la vente. Celle-ci s'opère habituellement 2 ou 3 mois après le décoconnage; mais alors le producteur n'est plus maître de ses cocons, qui ont été déjà dévidés et filés; il devra subir le prix établi entre industriels. Si, au contraire, il pouvait disposer d'une chambre froide, il ferait lui-même automatiquement l'étouffage et ne se dessaisirait de ses produits que dans les conditions qu'il jugerait avantageuses. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux filets destinés à la récolte du plankton.* Note de M. J. RICHARD.

« Il y a entre le fond de la mer et sa surface, à des niveaux différents, une grande quantité d'organismes pélagiques appartenant aux groupes les plus variés. Jusqu'à présent, on n'a guère pu capturer directement qu'une catégorie de ces êtres au moyen de filets faits le plus souvent d'une fine étoffe de soie. De tels engins, dont le filet fin ordinaire est le type, n'ont que des dimensions très restreintes, et, à cause de cela, ne peuvent prendre que des animaux peu agiles comme ceux qui constituent le plankton microscopique flottant, pour ainsi dire sans vitesse propre appréciable. Pour prendre des animaux plus rapides, il faut évidemment opérer avec des filets à large ouverture. MM. Krupp et Lo Bianco ont essayé de pêcher ainsi avec un filet de 2^m de diamètre, à *grandes mailles*, mais le filet sur lequel ils comptaient beaucoup a donné très peu de résultats. Il faut, en effet, combiner une grande ouverture avec une maille petite, sans cependant rendre la filtration difficile ni trop diminuer la vitesse de l'engin.

» Les deux essais faits l'été dernier à bord de la *Princesse Alice* ont montré, par les résultats obtenus, qu'il est assez facile et peu dispendieux de construire un filet remplissant ces conditions.

» Le filet construit pour le yacht sur mes indications se compose d'une armature carrée en fer, démontable en quatre montants de 3^m de long et pouvant s'assembler en un cadre rigide qui forme l'entrée du filet. Celui-ci, en toile d'emballage vulgaire (à $0^{fr},50$ environ le mètre), a donc 12^m de tour à l'entrée, 6^m de long et se termine par un seau qui est soutenu par des ralingues fixées au cadre de fer. Ce dernier est relié au câble par une patte d'oie. Le filet est muni d'une empêche en toile d'emballage, il est fortement lesté d'un poids fixé aux ralingues, sous le seau. Le filet est descendu verticalement à la profondeur voulue, puis ramené aussi rapidement que possible, ce

qui fait opposer par le filet une résistance telle que les barres de fer sont arrivées ployées tandis que la toile d'emballage revient intacte.

» Le premier essai de ce filet, qui a 9^{m^2} d'ouverture, fut fait le 6 septembre. L'appareil fut immergé à 1500^{m}, au-dessus d'un fond de 4780^{m}.

» Il rapporta un grand nombre d'animaux variés, parmi lesquels plus de 50 espèces de Crustacés offrant 25 formes de Copépodes examinées par M. le professeur Sars qui y a reconnu plusieurs espèces nouvelles et d'autres très rares; certains exemplaires atteignent 10^{mm} de longueur. Le même naturaliste a constaté la présence de 7 Schizopodes, de 3 Macroures, de 4 Ostracodes (dont un *Gigantocypris*).

» Parmi les Amphipodes, M. Chevreux a observé 9 espèces, dont plusieurs très rares ou peu connues (*Vibilia cultripes*, etc.), ou dont certaines n'étaient guère connues que par des spécimens recueillis dans l'estomac de Germons (*Hyperioides longipes, Brachyscelus crusculum*).

» A ces Crustacés il faut ajouter 2 Phyllosomes et un *Eryoncicus*, genre très rare.

» Le filet a donné encore : des Méduses violettes bathypélagiques (*Atolla Bairdi*, d'après M. Maas); de grandes *Sagitta;* de nombreux Ptéropodes (*Hyalœa inflexa*, selon M. Vayssière); enfin des Poissons, dont de très nombreux Syngnathes jeunes, mesurant jusqu'à 10^{cm} de longueur; 6 exemplaires d'un *Cyclothone* de 35^{mm} à 40^{mm} et d'autres espèces de petits poissons noirs; 1 Scopélidé (*Myctophum*) de 50^{mm} de long et qui paraît à moitié dévoré, sans doute par les petits Crustacés.

» Les résultats obtenus par les deux seuls essais faits jusqu'ici avec le filet à grande ouverture sont donc très encourageants et je crois qu'il y a lieu de les poursuivre.

» Pour terminer, je crois bon de signaler les résultats heureux donnés par une autre espèce de filet fin destiné à recueillir le plankton de surface sans ralentir la vitesse du navire et qui peut être employé par une personne seule. Il s'agit d'un simple filet fin de 50^{cm} de long et de 6^{cm} d'ouverture. Le fond est simplement fermé avec une ficelle. On file de la ligne (lestée près du filet), suivant la vitesse, de façon que le filet reste immergé. Beaucoup de yachtsmen pourraient faire ainsi de précieuses collections de plankton avec facilité et une dépense excessivement réduite. Ce filet a fréquemment été employé à bord de la *Princesse Alice* à une vitesse supérieure à 18^{km} à l'heure. »

BIOLOGIE. — *Sur les Acarophytes*. Note de M. DE WILDEMAN, présentée par M. Guignard.

« Dans ses études fondamentales sur les Acarophytes, M. A. N. Lundstroem classait ces derniers en quatre groupes, tout en reconnaissant l'exis-

tence de formes intermédiaires, parfois très difficiles à répartir dans une de ces quatre subdivisions. Récemment, MM. Penzig et Chiabrera, se basant sur la même classification, ont publié une liste de tous les Acarophytes connus jusqu'au moment de leurs recherches. Il résulte de ces données que les Acarophytes sont plus nombreux qu'on ne le croyait et que des recherches attentives ont permis de reconnaître la présence d'acarodomaties dans des groupes de plantes chez lesquelles on ne les soupçonnait guère. En parcourant la liste de MM. Penzig et Chiabrera on remarque que l'Amérique et en particulier le Brésil sont riches en Acarophytes, tandis que l'Afrique ne possède que peu d'espèces à acarodomaties définies. Sur ce dernier continent les Acarophytes sont cependant beaucoup plus répandus qu'on ne le croit et l'étude de matériaux d'herbier, quoique peu favorables à ce genre de recherches, permet d'ajouter de nombreux noms à la liste des végétaux de ce groupe.

» En Afrique tropicale, comme d'ailleurs dans les autres régions du globe, les acarodomaties sont répandues surtout chez les Rubiacées, où l'on rencontre tous les types et de très nombreuses formes intermédiaires.

» Parmi les Rubiacées, les Caféiers méritent d'attirer l'attention, car dans la forme de leurs acarodomaties réside peut-être un caractère distinctif capable de différencier certains groupes de formes de ce genre si polymorphe. En effet, chez le *Coffea liberica* type, les acarodomaties appartiennent au groupe « fossettes »; elles sont totalement glabres ou munies seulement de quelques poils au bord de l'ouverture circulaire par laquelle ces fossettes s'ouvrent vers l'extérieur; elles sont logées dans le tissu de la nervure latérale, près de la base et s'ouvrent dans la nervure même. Chez le *C. arabica,* les acarodomaties du type « fossettes » sont logées dans le tissu de la lame foliaire, elles s'ouvrent en dehors de la nervure, mais toujours assez près du sommet de l'angle formé par la naissance de la nervure latérale. Chez le *C. congensis* var. *Froehneri* Pierre, au contraire, l'acarodomatie appartient au groupe » touffe de poils » et est située à l'aisselle des nervures; vers la base de la feuille, cette forme d'acarodomatie passe graduellement l'acarodomatie en « pochette », une sorte de membrane reliant la nervure principale à la nervure secondaire, et l'ouverture du réduit ainsi formé est garantie par une bordure de poils.

» Quant au *C. congensis* type, il présente des fossettes très accusées logées dans le tissu de la feuille, tout contre les nervures; ces fossettes sont très velues.

» La plupart des formes du *C. canephora* se rapprochent du type *liberica,* mais on observe chez plusieurs d'entre elles des transitions entre la fossette bien délimitée, à ouverture relativement réduite, et la poche largement ouverte; dans certains cas, l'ouverture de la fossette devient vaguement triangulaire; elle est terminée dans sa partie antérieure par un rebord peu saillant encore en rapport direct avec la nervure centrale et la nervure latérale.

» Dans le genre *Coffea,* on observe donc les trois premiers types d'acarodomaties;

touffes de poils et pochettes n'étant, à notre avis, qu'une légère modification d'un seul et même type.

» Les variations si considérables dans la forme des acarodomaties des Caféiers ne seraient-elles pas dues à l'hybridité? Les divers *Coffea* que l'on trouve actuellement à l'état indigène en Afrique tropicale nous paraissent devoir être considérés comme des hybrides naturels provenant, soit de pieds vraiment indigènes, soit de pieds introduits dans la culture il y a de nombreuses années et retournés à l'état indigène.

» Un fait qui tend à faire admettre cette opinion est celui que l'on remarque dans les semis de graines provenant de Caféiers de l'Afrique tropicale. Les plants issus de ces graines diffèrent parfois tellement d'aspect que l'on serait porté à croire à un mélange de graines. Il y aurait lieu de vérifier, dans de telles plantules, comment se comportent les acarodomaties, afin de connaître si les caractères tirés de ces organes sont stables ou s'ils varient.

» Nous sommes d'autant plus amené à considérer ces divers Caféiers comme des hybrides que, chez les *Funtumia,* dont l'acarophytisme a été mis en lumière par M. le Dr Stapf, les acarodomaties varient tout autant. En effet, d'après M. le Dr Stapf, les acarodomaties du *Funtumia elastica,* non signalé dans la liste de MM. Penzig et Chiabrera, sont des fossettes localisées dans le limbe de la feuille, dans l'axe de l'angle formé par la nervure médiane et les nervures latérales; elles s'ouvrent par une fente longitudinale assez étendue et sont munies de poils épars sur les bords de cette fente. Chez le *Funtumia africana,* par contre, l'acarodomatie est du premier type, constituée simplement par des poils plus ou moins nombreux situés à l'aisselle des nervures. Entre ces deux formes extrêmes, à coup sûr très tranchées, il existe des intermédiaires. Ces intermédiaires appartiennent à des plantes qui, formes de passage au point de vue de leur caractère botanique, sont, au point de vue du rendement et de la valeur du produit, inférieures au typique *Funtumia elastica*, supérieures au typique *Funtumia africana.* Leurs acarodomaties sont toujours en fossettes, mais fossettes à ouverture très élargie, occupant parfois toute la largeur de l'angle formé par les nervures et à bord supérieur parfois presque nul. Au point de vue de l'aspect, elles sont donc plus ou moins comparables à celles de certains Caféiers, bien que chez les *Funtumia* les acarodomaties soient toujours logées dans le tissu du limbe foliaire.

» Cette question a une grande importance au point de vue économique. Il y a, nous semble-t-il, lieu de supprimer dans les plantations toutes les formes intermédiaires, en même temps que les mauvaises espèces, car les graines obtenues de ces hybrides pourront avoir ultérieurement une influence néfaste sur le rendement des plantations effectuées à grands frais dans les colonies tropicales.

» Sans nous appesantir sur l'acarophytisme des plantes africaines, nous citerons ici trois espèces qui manquent à la liste de MM. Penzig et Chia-

brera, que nous aurons l'occasion de compléter prochainement, ce sont : *Malouetia Heudelotii* Baill., *Tricalysia petiolata* De Wild., *Psychotria Gilletii* De Wild. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le sulfate de baryte de la Lozère*. Note de M. **Guédras**.

« Les différents gîtes français de sulfate de baryte sont entièrement constitués par de la barytine que l'on trouve sous ses différents modes de cristallisation.

» Les cristaux de baryte les plus nets que l'on trouve dans la Lozère, que j'explore depuis un an au point de vue minéralogique, se trouvent aux Rochettes Inférieures, près d'Altier (arrondissement de Mende). La barytine, à cet endroit, est très riche en cuivre (l'analyse ayant indiqué jusqu'à 10 pour 100 de cuivre) et renferme une forte proportion d'étain. Ce filon a une faible puissance, 4^{cm} à 5^{cm} et une orientation SE-NO; il est semblable à celui décrit précédemment et situé à Barjac.

» La commune de Villefort renferme un filon de baryte chargé en galène, cette barytine affecte la forme crétacée (barytine crétacée), son orientation est 6° NE et son pendage de 70°. Dans la direction SO, elle est peu riche en galène et affecte là une forme bien définie, le clivage p et m est parfait et a un éclat vitreux nacré, alors que les autres barytes de ce département n'ont pas cet aspect nacré qui, au point de vue industriel, lui donne une valeur incontestable.

» Dans la région d'Altier et celle de Villefort, la roche encaissante est formée par des schistes séricíteux tachés de malachite au contact du gîte barytique. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la plate-forme des hauts sommets des Alpes de Transylvanie*. Note de M. **E. de Martonne**, présentée par M. de Lapparent.

« La région connue sous le nom d'*Alpes de Transylvanie* est la partie la plus élevée comme altitude moyenne de toute la chaîne carpathique. Elle compte de nombreux sommets dépassant 2400^m, et de brusques dénivellations y abaissent souvent le sol de 1000^m sur un espace de quelques kilomètres. Néanmoins, les sommets n'y présentent pas d'habitude les formes

caractéristiques de la haute montagne; ce sont généralement de larges croupes herbeuses, et les contrastes de relief sont limités aux cirques glaciaires.

» Une bonne partie du Paringu forme ainsi une sorte de plate-forme ondulée voisine de 2000^m. Plus à l'ouest, la plate-forme devient plus nette. Dans le Boresco, le sol, sur plusieurs kilomètres carrés, ondule entre 2050^m et 2150^m. Ce plateau se suit dans le Retyezat méridional, le Tarco et le massif du Godeanu, entaillé de plus de 1000^m par quelques vallées étroites. En m'aidant de nombreuses photographies et dessins panoramiques à la chambre claire, j'ai pu le retrouver dans les monts du Vulcan, dans les monts d'Hermannstadt, enfin dans les monts de Fogarash eux-mêmes entre la crête principale et la chaîne du Cozia.

» Cette plate-forme, non encore reconnue, est évidemment un trait fondamental de la structure des Carpathes méridionales; je propose de lui donner le nom de *Plate-forme des hauts sommets* ou *Plate-forme Boresco* (du nom du massif où elle est le mieux marquée). Je viens de vérifier qu'elle n'est nullement en rapport avec la nature des roches. Elle s'étend sur le granite comme sur toutes les variétés de schistes cristallins. Elle nivelle dans le Tarco des conglomérats paléozoïques, des grès et schistes liasiques, et des calcschistes jurassiques, le tout vigoureusement plissé. Elle s'étend même sur les calcaires crétacés du Stenuletye.

» Il est évident qu'elle représente une surface d'abrasion. Son irrégularité ne semble pas s'accorder avec l'hypothèse d'un nivellement par l'érosion marine. Aucun dépôt transgressif n'apparaît d'ailleurs à sa surface. Elle est dominée parfois par des reliefs plus élevés, généralement de forme déchiquetée (crête principale des Fogarash, du Retyezat). On doit la considérer comme une ancienne pénéplaine ou, plus exactement, comme une surface d'érosion continentale ayant dépassé la maturité. Son origine serait donc la même que celle du plateau de Mehedinti (*Comptes rendus*, 25 avril 1904) et l'histoire des Alpes de Transylvanie serait comme l'amplification de celle de cette petite région.

» Il est important de remarquer que la *plate-forme Boresco* a son principal développement à l'ouest et ne s'étend pas au delà du Bucegiu. A l'est commence une région d'histoire différente. C'est la véritable région carpathique, formée de flysch et dont le relief est dû à des plissements datant du Miocène (principalement sarmatique). Les Alpes de Transylvanie sont au contraire un massif cristallin ancien avec lambeaux secondaires qui, d'après les travaux de MM. Inkey, Schafarzik et Mrazec, a subi deux périodes de plissement à la fin du primaire et à la fin du secondaire.

» On peut donc localiser la période d'érosion qui a amené la formation de *la plate-forme Boresco* dans les temps paléogènes et le commencement du néogène. Le déman-

tèlement de la chaîne élevée explique d'ailleurs l'abondance des sédiments détritiques du flysch carpathique. A la fin du Miocène, toute trace de l'ancienne tectonique avait disparu, sauf dans l'orientation des vallées et de quelques saillies dues à des matériaux plus résistants. Le soulèvement décelé par le plateau de Mehedinti, et survenu lors du Sarmatien, se fit sentir dans tout l'ensemble des Alpes de Transylvanie. C'était sans doute le contre-coup du plissement de la région du flysch. Ce mouvement n'eut pas lieu sans gauchissement de la plate-forme, très inclinée dans les monts du Vulcan et les Fogarash, brisée même en certains points. Le creusement en gorge des vallées principales fut la conséquence de cette surrection du massif ancien.

» La conservation si parfaite de la *plate-forme Boresco*, en certains points, peut faire douter que le soulèvement sarmatien l'ait déjà portée à son altitude actuelle. En outre, on observe dans certaines vallées (monts du Vulcan) et dans les bassins sédimentaires récents situés à l'intérieur du massif ancien (bassin de Brezoiu), une plate-forme inférieure qu'on pourrait appeler *plate-forme des Vallées*. Ainsi, dans l'axe de certaines vallées, particulièrement dans les régions de couches détritiques peu résistantes, le cycle d'érosion post-sarmatien avait pu élargir les dépressions et niveler une partie du relief. Cette plate-forme étant portée à 700^m et 800^m, il faut admettre qu'un nouveau mouvement du sol a suivi, probablement, comme pour le plateau de Mehedinti, à la fin du Pliocène.

» L'exhaussement total de la *plate-forme des hauts sommets*, accompli ainsi par saccades, aurait été de 1900^m à 2000^m. Le contre-coup de ce soulèvement s'est traduit par l'affaissement de deux compartiments voisins de l'écorce terrestre, la plaine hongroise et la plaine valaque.

» La glaciation des Carpathes méridionales est due en partie au soulèvement pliocène. Les petits glaciers du cirque se sont nichés dans les entonnoirs d'érosion des torrents. Ils ont été nourris par les champs de neige qui s'étalaient sur la *plate-forme des hauts sommets*.

» Mais les cirques ne sont pas toujours entaillés dans la plate-forme. Quand celle-ci est dominée par une saillie importante, c'est de ces hauteurs que descendaient les glaciers, et c'est alors qu'on trouve ces crêtes déchiquetées, rongées des deux côtés par les cirques glaciaires (Fogarash, Retyezat).

» On peut classer tous les massifs des Hautes-Carpathes en les rapportant à ces deux types : le *type Boresco*, où la plate-forme des hauts sommets forme les points les plus élevés, éventrée par les cirques comme par de gigantesques carrières ; le *type Fogarash*, où la plate-forme des hauts sommets est dominée par une crête, ancien *monadnock* du cycle d'érosion paléogène, déchiquetée par les cirques glaciaires qui lui ont donné une apparence vraiment alpine. »

GÉOLOGIE. — *Sur les conditions générales de la sismicité des pays barbaresques.* Note de M. F. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. de Lapparent.

« Les pays barbaresques présentent un type classique de régions sismiquement instables.

» Quoique des observations systématiques fassent encore défaut en Algérie, les documents sont assez nombreux pour qu'on puisse, dès maintenant, se faire une idée très satisfaisante de la répartition de l'instabilité à sa surface.

» A peu de distance de la côte du nord-ouest de l'Afrique court parallèlement à elle l'isobathe de 4000^m, vraisemblablement ligne de fracture le long de laquelle s'est effondré le bassin méditerranéen occidental et en arrière de laquelle a surgi, récemment aussi, l'Atlas tellien. Cette ride plissée et disloquée de haut relief, secondaire et tertiaire, est précédée par deux traînées parallèles, l'une de pointements éruptifs d'âges divers, dont plusieurs très modernes, l'autre de lambeaux archéens et primaires, ruines d'une ancienne chaîne démantelée. Or l'observation montre que la présence simultanée de tels éléments, ainsi disposés, amène presque toujours l'instabilité sismique. On va maintenant donner quelques détails succincts.

» Il est très remarquable que la vallée de la Moulouya, probablement très stable, et la côte nord de la Tunisie, elle certainement très stable, encadrent précisément et l'Algérie fort instable et en même temps l'isobathe de 4000^m, qui se retourne vers le nord aux deux extrémités de la colonie.

» Quelques séismes algériens graves et à aire étendue ont manifestement eu leurs épicentres en mer, tels ceux du 21 août 1856 et du 2 janvier 1887. On ne saurait être aussi affirmatif pour ceux fréquents de moindre importance, observés dans les ports de ce pays. L'idée que de Bône à Melilla, c'est-à-dire en correspondance exacte avec l'isobathe de 4000^m, ils pourraient résulter d'un reste de mobilité de la fracture immergée, est décidément à rejeter, car les secousses sous-marines sont à peu près inconnues dans ce bassin méditerranéen. Le cas de la côte ouest du Japon le long de la fosse du Tuscarora ne se présente donc pas ici. Du reste les autres fractures, limitant le bassin à l'est et à l'ouest, sont aussi fort stables, puisque les séismes sont à peu près inconnus en Sardaigne et aux Baléares où les dispositions géophysiques restent presque semblables. On ne saurait non plus tirer argument des vagues sismiques qui ont plusieurs fois désolé la côte jusqu'au détroit de Gibraltar; elles sont dues aux séismes andalous. Si, d'ailleurs, l'effondrement du compartiment méditerranéen résulte d'une poussée dans le sens des méridiens, concomitante des mouvements alpins de la fin du tertiaire, il est explicable que les zones relevées en même temps ne soient sismiquement mobiles que dans le sens perpendiculaire à l'effort, Provence et Ligurie d'une part, Algérie d'autre part (à l'exclusion des zones latérales : Baléares et Sardaigne,

et de son fond). Quoi qu'il en soit, il faut chercher les causes d'instabilité du littoral algérien dans les dislocations locales dues à la surrection de l'Atlas tellien, en particulier dans les lobes semi-circulaires taillés comme à l'emporte-pièce dans la côte, le plus souvent en terrains anciens, observation dès longtemps appliquée par Suess à beaucoup de littoraux instables.

» On peut distinguer en Algérie plusieurs districts sismiques parfaitement indépendants. Celui d'Oran, peut-être le plus nettement différencié de ses voisins, n'empiète pas sur la région volcanique de la basse Tafna. La vallée du Chéliff est un obstacle presque infranchissable à la propagation des secousses de l'est et de l'ouest de la colonie. Le point le plus instable de l'Atlas tellien est certainement le bord sud de la Mitidja. On serait tenté d'en rendre responsables les efforts tectoniques qui ont donné lieu aux faits assez récents de recouvrement et de plis couchés signalés dans ces parages et dus à une poussée méridienne.

» Le massif ancien de la Kabylie se conforme à la règle générale des districts très disloqués : épicentres nombreux, séismes plus fréquents que graves.

» Le flanc sud de l'Atlas tellien est, à l'est de Chéliff, aussi instable que le flanc nord. Les bords des bassins lacustres pliocènes et miocènes (Sétif, Bordj-bou-Arréridj, Mansourah) sont particulièrement exposés.

» La région de l'Alfa entre les deux Atlas est très stable, sauf à l'est où la dépression du Hodna est un centre sismique d'importance : M'Silah. Il y a là une suite de hautes plaines très anciennement plissées où aucune dislocation récente n'affecte les larges rides des terrains secondaires.

» L'Atlas saharien est très stable à l'ouest jusqu'à Bou-Saada, où commence la région sismique assez remarquable de l'Aurès et du Nemencha. Lambessa a subi au moins un désastre dans l'antiquité.

» Les plissements algériens N 58° E sont manifestement éteints, sismiquement parlant, puisqu'ils affectent indifféremment des régions stables et instables, tandis qu'il n'en est peut-être pas de même pour les systèmes N103°E et W-E, limités respectivement à des territoires instables, Kabylie et Hodna d'une part, Atlas tellien à l'est du Chéliff d'autre part.

» En résumé, un rôle sismogénique semble dévolu en Algérie, non à l'effondrement méditerranéen et à la fracture correspondante, mais bien aux dislocations résultant de la surrection de l'Atlas tellien, peut-être même aussi à quelques-uns de ses plissements.

» Reste à donner quelques explications succinctes sur les autres pays barbaresques.

» La Tripolitaine est absolument stable, comme la Cyrénaïque et le Sahara. On connaît quelques séismes sporadiques à Ghadamès et à Mourzouk.

» La Tunisie possède un centre d'ébranlement de Gabès à Tozeur, c'est-à-dire le long de la ligne des chotts. Celui de Sfax, Mahdia et El Djem est peut-être en relation avec les efforts tectoniques qui ont immergé là un lehm d'origine terrestre. Il est vraisemblable que le foyer sismique de Tunis et de ses environs, sérieusement éprouvé

à Utique dans l'antiquité, est en relation avec le système des failles du Zaghouan. La stabilité relative de la Régence par rapport à l'Algérie correspond à la disparition des grands fonds et du haut relief.

» Du Maroc on ne sait presque rien. On doit soupçonner une région sismique très importante autour de Fez et Mequinez, plaine du Sébou, souvent très éprouvée. On ne peut s'empêcher de rappeler qu'il s'agit là de la voie suivie par la mer miocène pour pénétrer dans l'Oranie, symétriquement au golfe du Guadalquivir, très instable lui aussi. Les colonnes d'Hercule ne sont pas très stables de part et d'autre, à Tanger et à Ceuta, comme à Gibraltar.

» Il est très important de signaler que les emplacements de la plupart des villes d'Algérie sont généralement aussi mal choisis que possible quant à la propagation des vibrations sismiques, et, de ce fait, les dommages en sont très notablement aggravés. »

GÉOLOGIE. — *Sur une éruption volcanique qui a eu lieu en Arabie, près de la ville de Médine, le* 30 *juin* 1256. Note de M. **Houdas**.

« Cette éruption est signalée dans le Manuscrit arabe n° 5852 de la Collection Schefer dans les termes suivants (1) :

» *Première lettre*. — Le mardi soir, 27 juin, on a entendu à Médine un bruit sourd suivi bientôt d'un violent tremblement de terre. D'autres secousses sismiques se sont ensuite fait sentir à diverses reprises, ébranlant fortement les murs, les plafonds et les portes; elles ont duré jusqu'au vendredi 30 juin. Ce jour-là, on a vu un feu immense jaillir de la Harra, au voisinage de la tribu des Benou-Goraïzha. De l'intérieur des maisons de Médine, on a vu nettement trois foyers distincts d'où s'échappaient des flammes. Des torrents de feu se sont mis ensuite à découler de cet endroit, envahissant le lit de l'oued Cheta et se répandant avec la rapidité de l'eau.

» Nous sortîmes tous pour contempler ce spectacle et nous vîmes une montagne de feu qui s'étalait en travers de la Harra, dans la direction du chemin des pèlerins de l'Irâq. Le foyer arrivait jusqu'à la Harra elle-même, mais il s'arrêtait là et s'étendait du côté de l'Orient. Des flots de lave sortaient du volcan et rongeaient les rochers sur leur passage.

» La lettre se terminait ainsi : « Je vous écris ceci le 29 juillet. Le feu ne cesse » d'augmenter et aujourd'hui il atteint la Harra des Benou-Goraïzha, à l'endroit où » passe le chemin des pèlerins de l'Irâq. L'apparence générale est celle d'une montagne » de feu rouge et le point d'où sort la lave est chez les Benou-Goraïzha. On ne sait » comment cela finira et le spectacle est indescriptible ».

» *Deuxième lettre*. — Le premier vendredi du mois de djomada II de l'année 654 (30 juin 1256), on a vu à l'est de Médine un feu immense situé à une demi-journée de

(1) Lettres envoyées de Médine à Damas : Extrait d'une Chronique de Abou-Châma, intitulée *Ed-dzeil*.

marche de cette ville. Après s'être entr'ouverte, la terre a laissé échapper des flots de lave qui arrivent jusqu'en face le mont Ohod. Un instant le feu s'est arrêté, puis il a repris de nouveau toute son intensité. Nous ne savons comment tout cela se terminera. Les habitants font des prières à Dieu et au Prophète croyant bien que c'est un des signes précurseurs du jour du Jugement dernier.

» *Troisième lettre.* — Le lundi, 1er du mois de djomada II de l'année 654 (26 juin 1256), on a entendu un bruit semblable à un lointain grondement du tonnerre, et ce bruit s'est reproduit à diverses reprises pendant 2 jours. Le mardi, dans la nuit, des secousses sismiques ont suivi ces bruits. Le même phénomène s'est reproduit durant 3 jours et l'on a compté jusqu'à 14 secousses en 24 heures.

» Le vendredi, on a vu sortir de la Harra un feu immense aussi grand en apparence que la mosquée du Prophète à Médine. De la ville on le distinguait très nettement et, de son sein, on voyait jaillir des étincelles, grosses comme des châteaux, suivant l'expression employée par le Coran (S. LXXVII, v. 32). Le foyer se trouvait à l'endroit appelé *Adjlên.*

» Un torrent de lave se mit à couler, long de 4 parasanges, large de 4 milles et profond d'une brasse et demie (environ $2^m,70$). En roulant sur le sol, la masse présentait au milieu de sa surface plane des boursouflures produites par des roches en fusion et avait l'apparence de l'étain. Selon les uns, en se refroidissant, cette matière avait une couleur noire; suivant d'autres, elle était de couleur rouge....

» *Quatrième lettre.* — (Elle a été écrite par le cadi de Médine, Chems-ed-din Sinan bei Abdelouahhâb bei Ghîla El Hosaïni.)

» Le mardi soir, 2 du mois de djomada II (27 juin 1256), pendant le dernier tiers de la nuit, il y eut une violente secousse de tremblement de terre. Cette première secousse fut suivie de beaucoup d'autres qui se reproduisirent une dizaine de fois par 24 heures. La chaire de la mosquée du Prophète fut ébranlée et fit entendre un craquement, et les lustres furent vivement secoués. La violence des commotions alla en croissant jusque dans la matinée du vendredi et chacune d'elles était accompagnée d'un bruit semblable à celui d'un violent coup de tonnerre.

» Le vendredi, sur le chemin de la Harra, au sommet du mont Adjlên, on aperçut le soir un feu qui paraissait aussi grand que la ville de Médine. Effrayé, je me rendis chez l'émir et lui dis que le jour du Jugement dernier allait venir, qu'il fallait revenir à Dieu. Aussitôt il affranchit ses esclaves et rendit à chacun les biens qui lui appartenaient. Cela fait, nous partîmes ensemble pour le tombeau du Prophète et, arrivés là, nous nous mîmes à prier toute la nuit, entourés de tous les fidèles, y compris les femmes et les enfants.

» De la Mecque et de nombreux points du désert ce feu était visible. Un flot de laves commença bientôt à couler dans la vallée d'Adjlên; il traversa le chemin des pèlerins et, poursuivant sa marche, il franchit l'Oued Cheta dont le lit desséché a trois brasses et un tiers de profondeur (environ $6^m,25$). Toute la ville était dans la consternation, car on craignait que la lave, qui avait déjà barré le chemin des pèlerins, n'arrivât jusqu'à Médine.

» Fort heureusement, le torrent s'arrêta; mais le volcan est encore maintenant en activité; il lance des blocs incandescents de la grosseur d'un chameau et fait un tel bruit qu'il est impossible de dormir. Personne ne mange plus, ni ne boit plus. Impossible de décrire ce spectacle ni de dire la terreur qu'il inspire. Le feu se voit de la ville

de Yanbo. Depuis que le phénomène a commencé, la clarté du Soleil et celle de la Lune sont très obscurcies.

» *Cinquième lettre.* — On nous a appris qu'il y avait eu de grandes inondations à Bagdad. Nous aussi nous avons été éprouvés par un cruel événement. Mardi soir, 2 de djomada II (27 juin 1256), et même la veille, on avait entendu de temps à autre un bruit semblable au roulement du tonnerre, bien qu'aucun nuage ne se montrât dans le ciel. Bientôt ces bruits prirent plus d'intensité et la terre fut ébranlée. Chaque secousse était précédée d'un grondement pareil à celui du tonnerre.

» Aussitôt les habitants effrayés se réfugièrent dans la mosquée et s'y mirent en prières. L'agitation du sol persista jusqu'au matin et continua durant les journées et les nuits du mercredi et du jeudi. Le vendredi matin une violente secousse ébranla les piliers de la mosquée et le plafond fit entendre un fort craquement. Un peu avant midi les secousses cessèrent et l'on vit dans le Harra, derrière les Benou-Goraïzha, sur le chemin des pèlerins de l'Irâg, à une demi-journée de marche de Médine, un feu qui jaillit du sol, ce qui effraya vivement la population de la ville.

» Peu après un grand panache de fumée s'éleva dans le ciel et forma un immense nuage blanc qui demeura en place jusqu'au coucher du Soleil. La nuit venue, des langues de feu, couleur de sang, s'élevèrent dans les airs. Hommes, femmes, enfants, tout le monde se précipita alors vers la mosquée. Une grande lumière rouge envahit le ciel et produisit une clarté aussi grande que celle de la Lune.

» Cette couleur rouge du ciel fit croire à tous que le moment du Jugement dernier allait arriver. Les muftis et les cadis se rendirent auprès de l'émir et celui-ci abolit toutes les taxes, affranchit tous ses esclaves blancs et noirs et restitua à chacun ce qui lui appartenait.

» Le volcan lançait sans cesse des flammes; il formait une grande montagne d'une largeur égale à celle de la ville de Médine. Il en sortait des pierres qui, après s'être élevées dans les airs, retombaient sur le sol. De temps à autre de grandes masses de feu sortaient en produisant un bruit violent. Quelques jours après le début de l'éruption, un torrent de laves se mit à couler dans la vallée d'Adjlên; il descendit ensuite dans la vallée de l'Oued Cheta et vint aboutir tout près de la Harra des Benou-Goraïzha. Puis, après une accalmie, le volcan lança de nouveau des roches en avant et en arrière et forma ainsi deux montagnes.

» Aujourd'hui encore le feu est toujours très violent et l'on entend sans cesse de sourds grondements. Il m'est impossible de décrire ce spectacle d'une manière complète. La clarté de la Lune et celle du Soleil sont obscurcies. Voici un mois que cela dure. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la flore fossile des régions antarctiques.* Note de M. **A.-G. Nathorst**, présentée par M. Zeiller.

« L'un des résultats les plus importants, au point de vue géologique, de l'expédition antarctique suédoise dirigée par M. O. Nordenskjöld est cer-

tainement la découverte, dans ces régions, de plantes fossiles jurassiques et tertiaires.

» A la mention de ces découvertes il faut ajouter celle de la récolte, faite par M. J.-G. Andersson aux îles Malouines, de quelques plantes fossiles assez fragmentaires, il est vrai, mais parmi lesquelles on peut reconnaître des restes assez nets d'un *Asterocalamites*, paraissant indiquer l'existence dans ces îles de dépôts appartenant au Dévonien supérieur ou au Culm.

» La plus intéressante de ces flores fossiles est la flore *jurassique* découverte par M. J.-G. Andersson à la baie de l'Espérance (*Hoppets vik*) sur la Terre Louis-Philippe, par 63°15′ latitude sud et 57° longitude ouest de Greenwich. Les plantes fossiles s'y rencontrent dans un schiste noir qui, faisant partie d'une ancienne chaîne de montagnes, a été légèrement comprimé et dont la puissance, d'après M. Andersson, s'élève à environ 600m. Au Mont Flora, où les empreintes ont été recueillies, les couches forment un pli synclinal faiblement accentué.

» La flore fossile extraite de ce gisement par M. Andersson, dans des conditions particulièrement difficiles et dangereuses, est très riche en espèces et les feuilles sont bien conservées quant à leur forme extérieure, tandis que la nervation, par suite de la pression, est parfois oblitérée. Un examen préliminaire de cette riche collection a donné les résultats suivants, qui me semblent assez importants pour mériter d'être communiqués à l'Académie, la description définitive n'en pouvant être publiée que dans un assez long délai.

» Les *Equisétinées* sont représentées par une espèce assez voisine de l'*Equisetum* (*Equisetites*) *columnare* Brongn.; on en a même trouvé des disques diaphragmatiques.

» Les *Hydroptérides* sont représentées par un *Sagenopteris* allié de près ou peut-être même identique au *S. Phillipsi* Brongn.

» Les *Fougères* sont abondantes et appartiennent à une multitude de genres : les *Cladophlebis* du type *C. denticulata-nebbensis-whitbyensis* sont représentés par plusieurs espèces assez difficiles à déterminer; le *Cladophlebis* (*Dicksonia*) *lobifolia* Phill. (sp.) paraît s'y rencontrer également; *Todites Williamsoni* Brongn. (sp.) s'y trouve avec des feuilles stériles et fertiles. Le genre *Scleropteris* compte des représentants assez nombreux, et *Stachypteris* semble aussi être représenté. Parmi les autres Fougères il faut mentionner *Thinnfeldia indica* Feistm. (*salicifolia* Oldh. sp.) et un *Pachypteris*. Les Sphénoptéridées, appartenant aux types des *Sph. hymenophylloides* et *Sph. Williamsonis*, ne manquent pas non plus, et parmi les Fougères de ce groupe il faut signaler particulièrement une espèce, assez rare, il est vrai, dont les feuilles très minces rappellent vivement celles du *Trichomanes speciosum* Willd. de la flore actuelle. En outre de ces formes il s'en trouve encore plusieurs autres, mais celles qui viennent d'être citées sont les plus importantes.

» Parmi les *Cycadophytes*, le genre *Otozamites* est représenté par plusieurs espèces dont les feuilles sont ordinairement assez petites, comme chez la plupart de leurs congénères de la flore du Gondwana supérieur de l'Inde (Jabalpur, Kach). Le *Williamsonia pecten* Phill. (sp.) se rencontre également, et il y a en outre un petit fruit dont les dimensions sont les mêmes que chez *W. Forchhammeri* Nath. de Bornholm ([1]). On remarque aussi de grandes frondes qui semblent se rattacher à *Nilssonia tenuinervis* Nath., type difficile à distinguer pourtant de certaines espèces d'*Oleandridium* lorsque la nervation n'est pas suffisamment nette. Notons aussi la présence d'un magnifique *Pterophyllum* du même type que le *Pt. Morrisianum* Oldh. de l'Inde, ainsi que quelques fragments indiquant encore une ou deux espèces du même genre.

» Parmi les restes de *Conifères* les plus intéressants sont des écailles de cônes isolées d'*Araucarites cutchensis* Feistm., appartenant ainsi à un autre type que les *Araucaria* de la flore sud-américaine actuelle. Des rameaux feuillés de Conifères, appartenant à différents types, sont assez communs : il y a lieu d'en mentionner avec des feuilles distiques rappelant le « *Taxites* » *tenerrimus* Feistm. et le « *Cheirolepis* » *gracilis* du même auteur, tandis que d'autres se rapprochent du *Brachyphyllum mamillare* Feistm. (*non* Lindley); enfin on observe encore d'autres types rappelant les *Palissya* et les *Elatides*.

» Dans son ensemble, cette flore jurassique de la Terre Louis-Philippe se rattache d'un côté à la flore jurassique de l'Europe et de l'autre à la flore du Gondwana supérieur de l'Inde (Jabalpur, Kach). Au point de vue climatologique on ne peut constater aucune différence avec l'une ou l'autre d'entre elles, et à cet égard la collection de la Terre Louis-Philippe pourrait tout aussi bien avoir été recueillie sur la côte du Yorkshire, car l'absence des *Otozamites* de grande taille peut être regardée comme accidentelle. Par sa richesse en espèces la flore de la baie de l'Espérance surpasse de beaucoup toutes les flores jurassiques jusqu'ici connues de l'Amérique du Sud.

» Les plantes fossiles *tertiaires* ont été trouvées à l'île Seymour par environ 64°15′ lat. sud. M. le Capitaine C.-A. Larsen y avait déjà, en 1893, recueilli des échantillons de bois fossile, que les géologues anglais avaient reconnu pour un bois de Conifère ; mais dans les collections données par M. Larsen au musée de Stockholm j'avais en outre pu constater la présence d'une Angiosperme. De cette même localité MM. O. Nordenskjöld

---

([1]) Je profite de l'occasion pour dire que je suis maintenant d'accord avec M. Lignier pour reconnaître, dans les inflorescences de *W. angustifolia* décrites par moi comme fleurs mâles, des restes de fleurs femelles.

et J.-G. Andersson ont aussi rapporté des empreintes de feuilles : ces empreintes se trouvent dans un tuf volcanique marin et sont malheureusement assez fragmentaires, et ordinairement mal conservées.

» Les *Fougères* y sont assez communes et appartiennent à plusieurs espèces différentes, mais les débris sont de petites dimensions et difficiles à déterminer. Une *Conifère* à feuilles distiques rappelle assez, à première vue, l'aspect d'un *Sequoia*, mais un examen attentif semble indiquer qu'il s'agit d'un autre genre. Une seule feuille isolée semble appartenir à un *Araucaria*, assez voisin de *l'Ar. brasiliensis*. Les feuilles de *Dicotylédones* sont généralement petites et présentent le même faciès que celles de certaines flores tertiaires de l'Europe méridionale. Comme fait intéressant il y a lieu de signaler quelques feuilles de *Fagus*; ce genre a donc existé dans l'Amérique du Sud, ou les régions antarctiques avoisinantes, depuis le commencement de la période tertiaire, MM. Sharman et Newton ayant exprimé l'opinion que les dépôts en question, d'après les coquilles fossiles qu'ils renferment, appartiennent au Tertiaire inférieur.

» Le fait que les plantes fossiles de cette localité ont été trouvées dans un dépôt marin interdit d'en tirer des conclusions quant au climat qui régnait alors dans la région en question, car les dragages de M. Agassiz ont prouvé qu'une quantité de feuilles, de bois et de fruits peuvent se trouver au fond de la mer même à une distance de plus de 1 000^{km} de la terre la plus prochaine. Il est donc fort possible que les plantes fossiles de l'île Seymour y aient été amenées de très loin. »

HISTOLOGIE. — *Sur les formations ergastoplasmiques des cellules néphridiales de sangsue* (Hirudo medicinalis). Note de M. **Louis Fage**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le protoplasme des cellules glandulaires des néphridies de sangsue se laisse facilement décomposer en un spongioplasme nettement réticulé entre les mailles duquel se trouve un hyaloplasme abondant. A la partie périphérique la structure est plus dense, offrant une disposition radiaire caractéristique déjà signalée par Bourne ([1]) sous le nom de *zone corticale*; Bolsius ([2]) constate que la zone corticale possède une réfringence particulière probablement due à « une substance brillante qui l'imprègne ».

([1]) *Quaterly journ. of micr. Sc.*, t. XX, 1880.
([2]) *La Cellule*, t. V, 1889.

Graf [1] considère cette formation comme ayant des caractères spécifiques propres et lui donne un rôle dans le cytoplasme analogue à celui de l'archoplasme des cellules en division.

» Il nous a paru intéressant d'étudier les cellules néphridiales chez des sangsues prises dans des états physiologiques différents, correspondant à une plus ou moins grande activité de la fonction excrétrice.

» 1° Une sangsue, au préalable gorgée de sang, et qui par conséquent se trouvait en pleine digestion, était ouverte sur la ligne médiane dorsale et plongée dans le liquide de Merkel; les néphridies étaient alors isolées pour faciliter la pénétration du fixateur.

» Dans ces conditions, l'examen des coupes, pratiquées dans la portion glandulaire de l'organe, fournit les résultats suivants :

» A la périphérie des cellules la zone corticale est parfaitement développée. Elle est formée de petits bâtonnets très courts, serrés les uns contre les autres et se continuant en filaments sinueux qui disparaissent peu à peu au milieu du réticulum protoplasmique. Bâtonnets et filaments ont une affinité particulière pour les colorants basiques; notamment après la double coloration hématoxyline ferrique-orange, ils se détachent en noir sur un fond jaune représentant le reste du cytoplasme.

» Les noyaux sont volumineux (10^{μ}-13^{μ}), légèrement ovales, le réseau de linine et les karyosomes visibles mais peu apparents. En revanche ils possèdent un nucléole énorme, pouvant atteindre 4^{μ} et 5^{μ}. La pauvreté du noyau en chromatine semble, d'une manière générale, être en relation directe avec l'accroissement du nucléole. Celui-ci se colore nettement en rouge par la fuchsine acide-vert de méthyle; le bleu polychrome de Unna lui donne une teinte métachromatique rouge violacé, l'hématoxyline ferrique le rend noir opaque; nous n'avons pu y déceler aucune structure.

» Il occupe, par rapport au noyau, des positions assez variables; le plus souvent excentrique, nous l'avons vu fréquemment accolé contre la membrane nucléaire, déterminant une hernie de celle-ci; parfois, la membrane paraît se rompre, comme cédant à la pression du nucléole, et se refermer derrière lui [2]. Quoi qu'il en soit, nous avons vu le nucléole en dehors du noyau, au sein du cytoplasme.

» Il peut y avoir division du nucléole avant l'expulsion, ce qui explique que l'on puisse trouver des cellules possédant à la fois un nucléole dans le noyau et un autre en dehors de lui.

» 2° Une sangsue, ayant jeûné pendant trois mois environ, était sou-

---

(1) *Nova Acta Acad. Leop. Car.*, Bd. LXXII, t. 1899.

(2) Un processus analogue a été signalé par divers auteurs chez d'autres glandes excrétrices, et particulièrement par Vigier pour l'expulsion des pyrénosomes des cellules de la glande digestive de l'écrevisse.

mise à la même technique que la précédente. Bien qu'il y eût encore du sang dans le tube digestif, on peut considérer que la fonction excrétrice de l'animal se trouvait notablement affaiblie, en tout cas bien moins intense qu'après une nourriture abondante.

» Nous voyons alors que les formations basophiles, ci-dessus décrites, sont beaucoup plus rares, le cytoplasme offre un aspect plus homogène. Les noyaux, de même taille, ont un nucléole plus petit ne dépassant pas 2^{μ} à 3^{μ}. Enfin nous n'avons observé ni la division du nucléole, ni son exode dans le cytoplasme.

» De ces faits nous sommes amené à tirer les conclusions suivantes :

» 1° La cellule néphridiale de sangsue, en activité, est le siège de formations ayant tous les caractères de l'ergastoplasme et localisées à la partie basale de la cellule;

» 2° Le noyau paraît jouer un rôle important en rapport avec cet ergastoplasme; le nucléole servant probablement d'intermédiaire entre la chromatine et le cytoplasme, ou du moins entrant en contact direct avec lui. »

PHYSIOLOGIE. — *Rapport entre l'intensité des réflexes et l'organisation nerveuse.* Note de MM. **Ed. Toulouse** et **Cl. Vurpas**, présentée par M. Bouchard.

« Nous désirons exposer dans cette Note quelques conditions générales auxquelles sont soumises diverses modalités des réflexes étudiés comparativement chez le sujet adulte et sain, chez le malade et chez le nouveau-né.

» Nous avons recherché chez le nouveau-né certains réflexes décrits en Pathologie mais non encore étudiés chez lui.

» Nous avons ainsi relevé l'existence du réflexe tendineux du poignet. A peine apparent chez le sujet adulte normal, il est bien manifeste chez le nouveau-né.

» Nous avons étudié le phénomène du jambier antérieur (de Strümpell) et nous l'avons constaté. Lorsque l'on chatouille la paroi abdominale ou la racine de la cuisse d'un nouveau-né, on remarque un mouvement de flexion de la jambe sur la cuisse. Si dans ces conditions on observe la position du pied, on voit qu'il est en adduction, que le bord interne est devenu supérieur, le bord externe inférieur et que la plante du pied regarde en dedans.

» Nous avons encore observé chez le nouveau-né le phénomène de l'abduction des orteils consécutivement à la piqûre ou à l'excitation mécanique de la plante du pied. Ces deux derniers signes sont généralement considérés en Pathologie comme symptomatiques de lésions du faisceau pyramidal.

» L'examen des téguments nous a montré un état de vaso-dilatation généralisée, surtout marqué les premières heures après l'accouchement.

» Il est bon de rapprocher de nos observations le fait observé par Léri (¹) de l'existence du réflexe plantaire de Babinski chez le nourrisson.

» En résumé, chez le nouveau-né, les réflexes sont plus intenses que chez l'adulte, et certains mêmes n'existent que chez lui.

» L'examen de certains malades atteints de diverses affections de la moelle et du cerveau, principalement des paralytiques généraux, montre que chez eux on constate dans l'état des réflexes les mêmes caractères que chez le nouveau-né. La réapparition de certains réflexes, surtout les réflexes fonctionnels (²) propres au jeune âge et n'existant plus chez l'adulte, a été notée par nous dans divers cas pathologiques.

» Ainsi en est-il du réflexe buccal, que nous avons trouvé dans plusieurs désordres mentaux (³) (surtout dans l'affaiblissement intellectuel), qui tous pouvaient être légitimement rattachés à des troubles dans le fonctionnement de l'écorce cérébrale. Chez une paralytique générale à la dernière période nous avons même observé que, en introduisant l'extrémité du doigt entre les lèvres, nous déterminions de véritables mouvements de succion, tels qu'on les observe chez le nouveau-né.

» D'autre part, les réflexes examinés chez l'homme adulte normal sont d'autant plus faibles que l'on remonte du membre inférieur à la face, c'est-à-dire, en somme, des muscles et des centres musculaires les plus fonctionnellement simples aux plus complexes.

» Les mouvements du membre inférieur, demandant surtout de la force mais relativement peu d'adresse, les réflexes tendineux persistent à leur niveau; ils ne sont presque plus apparents au membre supérieur, qui exige surtout de la précision et de l'habileté. Les réflexes, qui étaient devenus une gêne réelle pour la fonction, ont disparu.

» Ces réflexes existent au contraire chez le nouveau-né et dans divers états pathologiques, soit que les lésions portent sur le cerveau ou tout le myélencéphale, soit que l'organisme ait été profondément altéré, comme dans les états d'épuisement nerveux. Il semble ainsi que, lorsque le système nerveux est frappé dans son fonctionnement,

---

(¹) Léri, *Le réflexe des orteils chez les enfants* (*Revue neurologique*, 30 juillet 1903, p. 689-692).

(²) Nous appelons *réflexes fonctionnels* ceux qui constituent des actes plus nettement appropriés à un but défini (réflexe buccal).

(³) Toulouse et Vurpas, *Le réflexe buccal* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1903, p. 952).

principalement lorsque les lésions portent sur le cortex et troublent son action, on observe une déchéance physiologique qui est une véritable régression vers un stade primitif et un retour à un état plus simple; les réflexes se comportent alors comme chez le nouveau-né.

» Ces quelques données pourraient, croyons-nous, s'exprimer en deux propositions synthétiques, qui seraient deux lois nouvelles des réflexes et expliqueraient l'apparente disparition de certains réflexes chez l'homme au cours de l'évolution biologique. Normalement, ils seraient masqués par l'inhibition exercée sur eux par des centres supérieurs coordinateurs et régulateurs et n'auraient pas l'intensité suffisante pour devenir apparents; mais ils n'en existeraient pas moins à l'état latent et seraient toujours prêts à apparaître lorsque la synthèse est troublée, — ainsi qu'il arrive dans les lésions graves du système nerveux et particulièrement de l'encéphale.

» I. *Loi de l'intensité.* — L'intensité des réflexes est en rapport inverse avec la complexité fonctionnelle du système nerveux.

» II. *Loi de régression.* — Lorsque le système nerveux de l'adulte est gravement altéré dans son fonctionnement et que les lésions touchent l'encéphale, les réflexes tendent à prendre les caractères et les modalités physiologiques de ceux du nouveau-né. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La respiration dans une atmosphère dont l'oxygène est considérablement raréfié n'est accompagnée d'aucune modification des combustions intraorganiques évaluées d'après les échanges respiratoires.* Note de M. J. TISSOT, présentée par M. Chauveau.

« Les expériences faites par Schumburg, Zuntz et Lœwy au sommet du mont Rose, puis par Schrœtter et Zuntz dans deux ascensions en ballon indiquent une augmentation des combustions intraorganiques aux hautes altitudes. Les recherches que j'ai effectuées en ballon ont démontré que, jusqu'à l'altitude de 4300^{m}, les combustions respiratoires restent invariables.

» D'autre part, les expériences faites par Lœwy, puis par moi-même, dans les atmosphères décomprimées, c'est-à-dire dans les conditions qui se rapprochent le plus de la vie aux grandes altitudes, ont montré que les combustions intraorganiques ne subissent pas de variation jusqu'à un degré de décompression très considérable.

» Ce travail a pour but, en éliminant l'influence de la dépression barométrique, d'étudier l'action de la diminution de tension de l'oxygène atmosphérique sur l'organisme.

» *Dispositif expérimental.* — Les expériences ont consisté dans la détermination des coefficients respiratoires de l'homme au repos respirant soit de l'air atmosphérique ordinaire, soit de l'air dans lequel la proportion d'oxygène était diminuée.

» Cette diminution a varié entre 20,9 pour 100 (proportion normale) et 9,5 pour 100, c'est-à-dire dans les limites considérables. Cette diminution a été obtenue en mélangeant à de l'air atmosphérique ordinaire une quantité déterminée d'azote. L'azote était d'abord introduit dans un gazomètre; l'on y ajoutait ensuite l'air ordinaire qui y était amené sous un courant violent déterminé par une soufflerie.

» Le mélange était ainsi parfaitement homogène, ce qui du reste a été vérifié par des analyses multiples.

» Le sujet en expérience respirait à l'aide de l'appareil respiratoire à séparation des courants d'air inspiré et expiré déjà décrit (¹). Cet appareil étant fixé solidement et adapté aux narines du sujet était relié d'une part au gazomètre contenant le mélange gazeux destiné à la respiration, d'autre part à un spiromètre à compensation automatique destiné à recueillir les gaz expirés.

» Les expériences ont été effectuées sur deux sujets différents que j'appellerai sujet n° 1 et sujet n° 2.

» Le sujet n° 1 a 26 ans, une taille de $1^{m},59$ et pèse 56^{kg}. Le sujet n° 2 a 40 ans, une taille de $1^{m},72$ et pèse 94^{kg}. Dans toutes les expériences les deux sujets étaient à jeun. Dans le Tableau qui suit on a pris la moyenne de deux déterminations des coefficients respiratoires faites pendant l'inhalation et de deux autres déterminations effectuées avant et après l'inhalation. On a en outre indiqué, à côté de la composition de chaque mélange gazeux inhalé, l'altitude à laquelle la tension de l'oxygène est la même que dans ce mélange et la pression barométrique correspondant à cette altitude.

» Le Tableau suivant indique les résultats obtenus :

Numéros des expériences.	Nature du gaz inspiré.	Durée de l'inhalation du mélange gazeux.	Débit respiratoire.	Débit respiratoire à 0°-760^{mm}.	Intensité des combustions respiratoires. CO^2 exhalé.	O^2 absorbé.	Quotient respiratoire.	Composition du mélange gazeux inhalé (p. 100 p.).		Altitude équivalente.	Pression barométrique équivalente.
					Sujet n° 1.						
		min								m	mm
1.	Air ordinaire....	»	6,46	5,878	195,0	219,5	0,888	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	34	6,36	5,787	203,5	216,7	0,94	12,25	87,75	4283	445
2.	Air ordinaire....	»	6,25	5,687	184,5	220,5	0,837	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	32	6,72	6,115	216,0	229,7	0,94	10,95	89,05	5200	398
3.	Air ordinaire....	»	6,27	5,743	189,5	227,0	0,835	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	32	6,93	6,347	222,5	224,5	0,991	10,23	89,77	5868	371,6
4.	Air ordinaire....	»	6,06	5,551	181,0	222,0	0,815	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	31	7,31	6,641	217,5	235,0	0,926	9,66	90,34	6415	351

(¹) D'ARSONVAL, CHAUVEAU, *Traité de Physique biologique*, etc., t. I, p. 754.

Numéros des expériences.	Nature du gaz inspiré.	Durée de l'inhalation du mélange gazeux.	Débit respiratoire.	Débit respiratoire à 0°-760mm.	Intensité des combustions respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	Quotient respiratoire.	Composition du mélange gazeux inhalé (p. 100 p.)		Altitude équivalente.	Pression barométrique. équivalente.
				Sujet n° 2.							
		min								m	mm
5.	Air ordinaire....	»	6,13	5,517	208,5	255,5	0,816	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	34	6,41	5,769	216,0	238,5	0,906	16,46	83,54	1900	598
6.	Air ordinaire....	»	6,13	5,571	214,5	259,5	0,827	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	32	6,19	5,517	214,5	237,5	0,903	14,14	85,86	3116	514
7.	Air ordinaire....	»	7.26	6,657	259,5	312,5	0,83	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	22	10,037	9,204	318,5	334,0	0,954	10,64	89,36	5484	386,8
8.	Air ordinaire....	»	6,84	6,272	245,5	298,5	0,823	»	»	0	760
	Mélange gazeux.	21	10,600	9,72	309,5	311,0	0,995	9,53	90,47	6517	346,5

» Signalons d'abord que les deux sujets n'ont éprouvé qu'une gêne respiratoire insignifiante avec une céphalée frontale à peine perceptible pendant l'inhalation des mélanges gazeux les plus pauvres en oxygène.

» Les conclusions suivantes découlent de ces résultats :

» 1° La ventilation pulmonaire ne commence à subir d'augmentation qu'à partir du moment où la proportion d'oxygène dans l'air inspiré tombe au-dessous de 11 pour 100 (altitude équivalente 5000m).

» 2° *Les combustions intraorganiques, mesurées par la quantité d'oxygène absorbée ne sont pas influencées par des variations considérables dans la proportion d'oxygène de l'air inspiré*. La quantité d'oxygène absorbée n'a subi que des variations insignifiantes dues à l'augmentation de la ventilation pulmonaire, lorsque la proportion d'oxygène de l'air inspiré est tombée à 9,5 pour 100 (altitude équivalente 6500m).

» 3° La quantité d'acide carbonique exhalée reste sensiblement invariable tant que la proportion de l'oxygène de l'air inspiré ne s'abaisse pas jusqu'à 11 pour 100. Si elle s'abaisse au-dessous de ce chiffre, la quantité d'acide carbonique exhalée subit une augmentation notable qui est due à l'accroissement de la ventilation pulmonaire.

» 4° Le quotient respiratoire commence à s'accroître lorsque la proportion d'oxygène s'abaisse au-dessous de 11 pour 100 dans l'air inspiré. Cette augmentation du quotient respiratoire provient de l'accroissement de la ventilation pulmonairé dont l'action s'exerce inégalement sur la quantité d'acide carbonique exhalée et sur la quantité d'oxygène absorbée. Cette action qui est insignifiante sur l'oxygène absorbé est très marquée sur la quantité d'acide carbonique exhalée. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des injections de phloridzine chez la vache laitière.* Note de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. A. Chauveau.

« A notre connaissance, nous ne possédons que deux travaux visant l'étude des conséquences des injections sous-cutanées de phloridzine chez la vache laitière, ceux de Cornevin et de Cremer.

» Cornevin (¹) signale, après les injections de phloridzine, une augmentation notable de la quantité du sucre dans le lait qui « peut dépasser le double de la quantité primitive », mais il ne s'occupe, ni de connaître la nature de cet excès de sucre, ni de rechercher si le sucre urinaire éliminé simultanément est du glucose ou du lactose. Il y avait également de l'intérêt à étudier les variations du sucre du sang.

» Le déterminisme de son expérience est d'ailleurs fort critiquable. Il fallait, comme l'a fait Cremer et comme nous l'avons fait nous-même, recueillir tout le lait sécrété et en doser la lactose avant, pendant et après l'expérience. Cornevin, pour ne pas avoir pris cette précaution indispensable, s'enlevait à lui-même toute base sérieuse d'appréciation de l'influence des injections de phloridzine sur la sécrétion lactée. De plus, il y a lieu de s'étonner avec Cremer du chiffre de 33^{g} de lactose au litre que Cornevin dit avoir trouvé immédiatement avant l'injection; jamais un chiffre aussi bas n'a été signalé par les nombreux auteurs qui se sont occupés du dosage du lactose dans le lait de vache.

» Cremer, dans son Mémoire (²), apporte des conclusions absolument contraires à celles de Cornevin, mais, pas plus que ce dernier, il n'a fait de recherches concomitantes sur le sucre de l'urine et celui du sang.

» Dans nos expériences, à côté de l'examen minutieux des variations du sucre du lait chez la vache phloridzinée, nous avons en outre tenu à connaître : 1° la nature du sucre urinaire éliminé chez cet animal; 2° les variations du sucre du sang au même moment.

» Nous résumons dans les Tableaux ci-après les résultats obtenus :

» *Première expérience.* — Injection de 5^{g} de phloridzine dissous dans 25^{cm^3} d'alcool à 90°, le 31 mars à $6^{h}30^{m}$ du matin.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 263.
(²) *Zeitschrift für Biologie*, t. XXXVII, 1899, p. 59.

Jour	28 mars.	29 mars.		30 mars.		31 mars.		1er avril.		2 avril.		3 avril.
Moment de la traite	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).
Lait de chaque traite	3400	4920	3450	4800	3625	4675	4360	3675	3730	4275	4000	4350
Lait total	8320		8250		8300		7975		8005		8350	
Lactose au litre	46,57	48,97	46,90	48,97	46,57	48,61	48,22	48,97	49,33	47,57	48,26	48,97
Lactose total	400,26		396,85		395,86		390,20		387,36		401,16	

» Dosage du sucre du sang (jugulaire) :

Avant l'injection............... 0g,40 (glucose) au litre
5 heures après.................. 0g,32 »

» *Deuxième expérience.* — Première injection de 20g de phloridzine en solution alcoolique, le 18 avril à 9h du matin; deuxième injection de 20g, le 19 à 9h du matin.

Jour	16 avril.	17 avril.		18 avril.		19 avril.		20 avril.		21 avril.		22 avril.		23 avril.
Moment de la traite	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).
Lait de chaque traite	3810	4350	3525	4475	3420	4120	2940	4000	3075	3450	3200	4075	3660	3975
Lait total	8160		8000		7540		6940		6525		7275		7635	
Lactose au litre	47,92	48.26	47,92	47,92	48,61	49,33	50,83	50,83	50,07	50,07	48,97	48,26	48,61	46,90
Lactose total	392,58		383,84		370,46		352,76		326,70		353,35		364,27	

Jour	23 avril.	24 avril.		25 avril.		26 avril.		27 avril.		28 avril.		29 avril.		30 avril
Moment de la traite	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h).	S (6h).	M (6h)
Lait de chaque traite	3540	3525	3050	4250	3300	3600	3450	3375	3000	3850	3550	3575	3400	3675
Lait total	7065		7300		6900		6825		6850		7125		7075	
Lactose au litre	50,45	50,83	47,23	46,90	47,57	43,81	49,33	49,70	50,07	47,57	50,45	48,61	48,97	48,97
Lactose total	357,76		343,37		315,79		337,91		334,36		352,97		346,45	

» Dosage du sucre du sang (jugulaire) :

18 au matin (avant la 1re inject.)... 0g,38 (glucose) au litre
19 après-midi à 3h30m............ 0g,19 » (hypoglycémie notable)

» En examinant maintenant la sécrétion urinaire, nous avons trouvé, dans la première expérience, que l'élimination du sucre par cette voie n'avait duré que 3 jours environ; dans la deuxième, elle ne s'était éteinte que le 30 avril, c'est-à-dire 12 jours après la première injection, mais dans les deux cas le sucre rencontré a été le glucose. Le sucre urinaire est donc ici identique à celui que donne normalement la phloridzine chez tout autre animal d'expérience. Le rein laissant filtrer facilement le sucre du sang, c'est le glucose qui passe dans l'urine et il ne saurait donc s'agir, même chez les femelles laitières, de lactosine phloridzique ainsi qu'on l'a écrit.

» Après un examen attentif des Tableaux précédents, on constate que si le lait renferme au litre plus de lactose après l'injection qu'avant, ce n'est certes pas dans les proportions indiquées par Cornevin. L'augmen-

tation constatée n'est jamais considérable et elle ne devient très nette que si les injections de phloridzine sont fortes ou répétées (Expérience II); de plus, remarquons qu'elle est contrebalancée par une forte diminution dans la sécrétion mammaire, diminution qui est une conséquence obligatoire de la diurèse toujours observable chez les animaux phloridzinés. Si donc le lait est un peu plus concentré, il est surtout moins abondant et, tous comptes faits, il en résulte une diminution parfois très notable dans l'élimination totale du lactose.

» En contribuant à rendre le rein plus perméable au glucose, c'est là la théorie de von Mering que nos expériences viennent appuyer, la phloridzine engendre consécutivement de l'hypoglycémie; partant le tissu mammaire, recevant moins de glucose, produira moins de lactose.

» L'action que semble avoir la phloridzine sur la sécrétion mammaire n'est donc, en réalité, que très indirecte; elle est la conséquence immédiate d'un trouble rénal qui provoque à son tour hypoglycémie et diurèse.

» Nous examinerons ultérieurement les conséquences de l'hypoglycémie chez les femelles en état de lactation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les causes de l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication (¹) j'ai montré que l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres, quoique très élevée, n'est pas absolue et qu'elle varie considérablement suivant que le venin est introduit dans le péritoine ou dans la cavité cranienne. Dans le premier cas, il faut 100^{mg} à 120^{mg} de venin pour déterminer la mort, tandis que dans le second cas 2^{mg} à 4^{mg} suffisent. La plus grande partie du poison n'arrive donc pas aux centres nerveux. Que devient-il? Les expériences qui font l'objet de cette Note ont pour but de répondre à cette question.

» Voici comment elles ont été exécutées : Une forte dose de venin de vipère (15^{mg} à 20^{mg}) était dissoute dans 2^{cm^3} d'eau salée et inoculée dans le péritoine ou sous la peau d'une vipère ou d'une couleuvre. Au bout d'un temps variable de 1 à 15 heures, on sacrifiait le reptile et l'on recherchait par la méthode physiologique (inoculation au

(¹) *Comptes rendus*, 27 juillet 1903.

cobaye) si une partie du venin restait dans les tissus, en particulier dans le sang ou dans le foie.

» Or, dans aucune des quinze expériences ainsi faites, il n'a été constaté d'augmentation sensible de la toxicité du sang ou du foie. Et cependant, il suffisait que sur les 15^{mg} ou 20^{mg} de venin injecté, il en restât seulement $0^{mg},5$ dans la circulation pour que le sang extrait d'une vipère pût donner la mort à un cobaye. D'autre part il est facile de vérifier que cette dose de venin introduite sous la peau en a disparu au bout de 2 heures; l'absorption dans le péritoine est encore plus rapide.

» D'après ces faits, il est naturel de penser que le venin a été détruit ou neutralisé et qu'il existe dans le sang des substances capables d'opérer cette neutralisation. C'est l'hypothèse que nous avions admise, Bertrand et moi, quand, après avoir chauffé du sérum de vipère à 58° pendant 15 minutes, nous avons constaté que ce sérum primitivement toxique devenait antitoxique. Dans notre opinion, le chauffage détruisait les substances toxiques tout en respectant les substances antitoxiques. Notre expérience pouvait être et a été interprétée d'une autre manière. Les substances antitoxiques ne préexisteraient pas dans le sang, mais prendraient naissance sous l'influence du chauffage; quant aux substances toxiques, elles ne seraient pas constituées par du venin en nature, puisque celui-ci résiste à la température de 58°, mais par une substance albuminoïde analogue à l'ichthyotoxine du sérum d'anguille. De nouvelles expériences m'ont donné la preuve que cette interprétation n'est pas exacte.

» En ce qui concerne la nature du poison contenu dans le sang de vipère, le fait que ce poison est détruit à 58° ne suffit pas pour affirmer que ce n'est pas du venin en nature et voici pourquoi. Si à une solution de venin on ajoute du sérum de vipère et qu'on porte le mélange à la température de 58° pendant 15 minutes, on en détruit, à coup sûr, les propriétés toxiques. On peut donc admettre que le poison du sang dont les propriétés physiologiques sont identiques à celles du venin est lui aussi du venin en nature. Mais alors pourquoi n'est-il pas complètement neutralisé par la substance antitoxique si celle-ci préexiste réellement dans le sang? On peut expliquer cette contradiction apparente de deux manières : ou bien la quantité d'antitoxine est inférieure à celle du venin, ou bien son action est entravée par celle d'une substance antagoniste.

» Cette dernière hypothèse me paraît justifiée par les nouveaux faits que je vais exposer.

» Le sérum de vipère ajouté tel quel à du venin ne modifie pas sa toxicité. Il y a

deux moyens de rendre le sérum antitoxique : le premier, déjà connu, c'est le chauffage; le second, c'est la filtration. En effet, du sérum filtré sur bougie Chamberland ou Berkfeld perd complètement ses propriétés toxiques et devient antitoxique. Cela s'explique aisément, si l'on admet qu'à côté de l'antitoxine libre dans le sang il existe une diastase antagoniste. Celle-ci resterait sur le filtre et serait détruite par la chaleur, tandis que l'antitoxine traverse le filtre et résiste au chauffage. Et, de fait, on peut maintenir à 68°, pendant 15 minutes, du sérum filtré sans en diminuer les propriétés antitoxiques.

» Cette antitoxine venimeuse est, comme le venin, une substance complexe; elle contient au moins deux principes distincts, dont l'un agit sur l'échidnotoxine et l'autre sur l'échidnase. Dans certaines conditions, on dissocie les effets produits par chacun d'eux. C'est ainsi que du sérum filtré sur une bougie peu poreuse n'a qu'une faible action sur l'échidnotoxine et, si la dose est insuffisante, il n'empêche pas la mort, mais à l'autopsie, on ne constate, au point d'inoculation, aucun des effets caractéristiques de l'échidnase.

» *En résumé,* l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres doit être attribuée à la présence dans le sang d'une antitoxine libre qui neutralise le venin à mesure qu'il pénètre dans la circulation. »

PHYSIOLOGIE. — *Agglutination des globules rouges par l'hydrate ferrique colloïdal, le chlorure de sodium et différents sérums.* Note de Mme **Girard-Mangin** et M. **Victor Henri**, présentée par M. Alfred Giard.

« Des globules rouges de chien, cheval ou lapin, obtenus par centrifugation du sang défibriné, sont lavés par une solution de NaCl à 7,5 pour 1000 ou de saccharose isotonique (à 70 pour 1000); avec ces globules lavés on fait une émulsion salée en les délayant dans une solution isotonique de chlorure de sodium ou une émulsion sucrée en les ajoutant à une solution isotonique de saccharose. Les émulsions employées contenaient : I, 10^{cm^3}; II, $2^{cm^3},5$; III, $0^{cm^3},62$; IV, $0^{cm^3},13$ de globules rouges lavés et centrifugés pour 100^{cm^3}.

» En ajoutant à 5^{cm^3} d'une émulsion ainsi obtenue quelques gouttes (1 à 5) d'une solution faible d'hydrate ferrique colloïdal on voit se produire une agglutination de ces globules. Nous étudions ce phénomène d'agglutination ainsi que les agglutinations produites par différents sérums.

» *Résultats.* — 1° Lorsqu'on additionne une émulsion salée ou sucrée de quantités croissantes d'hydrate ferrique colloïdal à partir d'une certaine limite minimum, il se produit une agglutination de globules rouges; cette agglutination embrasse d'abord une partie des hématies; pour une dose plus forte, elle devient totale; enfin, pour une dose encore plus forte, l'agglutination diminue et devient partielle. Il y a là un parallé-

lisme complet avec la précipitation de l'argent colloïdal (colloïde négatif) produite par l'addition de quantités croissantes d'hydrate ferrique colloïdal (colloïde négatif) étudiée par l'un de nous (V. H.) avec M. André Mayer. (Les globules rouges se déplacent dans un champ électrique vers l'anode.)

» 2° L'agglutination d'une émulsion sucrée se produit pour une quantité cinq à dix fois plus faible d'hydrate ferrique colloïdal que celle d'une émulsion salée.

» 3° La quantité d'hydrate ferrique nécessaire pour produire une agglutination d'hématies augmente avec la teneur de l'émulsion en globules rouges.

» 4° Les globules rouges de cheval, chien et lapin sont agglutinés par la même quantité d'hydrate ferrique.

» 5° Dans l'agglutination des hématies la majeure partie de l'hydrate ferrique colloïdal est entraînée par les globules agglutinés, mais il en reste pourtant une certaine quantité très faible dans la solution.

» 6° L'addition d'une faible quantité (1 goutte) de sérum ou d'une solution d'amidon ralentit ou empêche l'agglutination par l'hydrate ferrique colloïdal.

» 7° Les sérums de cheval, chien et lapin, de même que le sérum de chien chauffé à 62°, exercent la même action retardatrice vis-à-vis de l'hydrate ferrique.

» 8° Lorsqu'on produit une agglutination de globules rouges de chien par l'addition de sérum agglutinant de lapin (ayant reçu plusieurs injections intrapéritonéales de globules rouges de chien), on trouve que pour des quantités croissantes de sérum l'agglutination augmente d'abord, puis passe par un maximum et diminue; c'est à ce moment que l'on voit surtout se produire l'hémolyse. La quantité de sérum agglutinant doit être d'autant plus forte que la concentration de l'émulsion en hématies est plus grande. Ni le sérum de chien ou de cheval, ni l'amidon n'empêchent l'agglutination produite par le sérum agglutinant.

» 9° L'agglutination des hématies de chien par le sérum agglutinant de lapin n'est pas augmentée par une addition d'hydrate ferrique colloïdal. Le sérum du lapin le préserve contre l'action de l'hydrate ferrique.

» 10° Si, à une émulsion sucrée de globules rouges de cheval, de chien ou de lapin, on ajoute une faible quantité (1 à 5 gouttes) d'un sérum normal de cheval, de chien ou de lapin, il se produit une agglutination très nette. Ainsi les hématies de chien, lavées et émulsionnées dans une solution isotonique de saccharose, sont agglutinées par l'addition de quelques gouttes du sérum du même chien.

» 11° Lorsqu'à une émulsion sucrée on ajoute des quantités croissantes d'un sérum quelconque, l'agglutination augmente d'abord, passe par un maximum et diminue ensuite pour des doses plus fortes. Les hématies de cheval et celles de chien sont agglutinées par la même dose d'un sérum.

» 12° Une émulsion sucrée est agglutinée le plus fortement par le sérum de cheval, puis vient celui du chien et enfin celui du lapin.

» 13° Le sérum agglutinant de lapin (ayant reçu des injections d'hématies de chien) agglutine une émulsion *sucrée* de globules rouges de cheval à la même dose qu'une émulsion *sucrée* de globules de chien, et cette dose (1 à 3 gouttes pour 5^{cm^3}) est la même pour ce sérum que pour un sérum de lapin normal, il a donc dans ce cas un pouvoir agglutinant plus faible que celui du cheval. La différence n'apparaît que pour des doses plus fortes de sérum.

» 14° Le sérum de chien chauffé à 62° pendant 5 minutes agglutine une émulsion sucrée d'hématies de chien beaucoup plus faiblement que le sérum non chauffé.

» 15° L'addition de quelques gouttes d'une solution isotonique de NaCl (à 7,5 pour 1000) à une émulsion sucrée produit une agglutination des globules rouges; cette agglutination augmente d'abord pour des quantités croissantes de NaCl, passe par un maximum pour une certaine dose (environ 10 gouttes de NaCl pour 5^{cm^3} de l'émulsion sucrée), puis devient de plus en plus faible pour des doses plus fortes.

» 16° L'addition d'une faible quantité d'amidon à une émulsion sucrée ralentit l'agglutination produite par l'hydrate ferrique colloïdal, par un sérum normal quelconque et par le chlorure de sodium. Elle n'agit pas sur l'agglutination produite par le sérum agglutinant de lapin injecté.

» 17° L'agglutination d'une émulsion sucrée par un mélange de chlorure de sodium et de sérum est plus faible que la somme des deux actions séparées. Par l'addition d'une dose suffisante de NaCl (par exemple 30 gouttes) on empêche l'agglutination par l'addition d'un sérum normal.

» 18° L'addition d'hydrate ferrique colloïdal après celle d'un sérum normal à une émulsion sucrée n'augmente pas l'agglutination produite par ce sérum. Un sérum normal agglutine d'une part les hématies lavées et émulsionnées dans une solution isotonique de saccharose, et d'autre part les préserve contre l'action de l'hydrate ferrique colloïdal.

» Nous communiquerons prochainement la suite des résultats expérimentaux sur l'agglutination et sur l'hémolyse; l'étude théorique de ces phénomènes suivra cette partie expérimentale. »

M. **Védie** adresse une Note « Sur la radioactivité inductrice et induite ».

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mai 1904.

Atlas des voies navigables de la France dressé d'après les documents fournis par les Ingénieurs des Ponts et Chaussées; 2e série, 6e fasc. : *Navigation de la Seine en amont de Paris et de l'Yonne entre Auxerre et Montereau,* publié par le Ministère

des Travaux publics, École des Ponts et Chaussées, Service des Cartes et Plans. Paris, Imprimerie nationale, 1903; 1 vol. in-4°.

La matière, l'éther et les forces physiques, par LUCIEN MOTTEZ. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. XLII, n° 1, janvier-février 1904. Amiens, imp. T. Jeunet; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; janvier-février 1904. Paris, Berger-Levrault et Cie; Mulhouse, Vve Bader et Cie; 1 fasc. in-8°.

Écrits sur des sujets divers avec quelques lettres de Anders Retzius, publiés par GUSTAF RETZIUS. Stockholm, 1902; 1 vol. in-8°. (En langue suédoise.)

On the « islets of Langerhans » in the pancreas, by H.-H. DALE. (*Phil. Trans.,* B, vol. CXCVII, 1904, p. 25-46.) Londres; 1 fasc. in-4°.

On the origin of parasitism in fungi, by GEORGE MASSE. (*Phil. Trans.,* B, vol. CXCVII, 1904, p. 7-24.) Londres, 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 24 mai 1904.)

Note de M. *Ch. Renard,* Résistance de l'air. Comparaison des résistances directes de diverses carènes aériennes. Résultats numériques :

Page 1265, formule (1), *au lieu de* $\frac{\varphi_1 a}{1,25} SV^2$, *lisez* $\frac{\varphi_1 a}{1,25} \sigma SV^2$.

Page 1266, ligne 15, *au lieu de* 0,235, *lisez* 0,0135.